

**EVALUASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN TEBU
(*Saccharum officinarum* L.) DI KEBUN PERCOBAAN BALAI
PENELITIAN TANAMAN PEMANIS DAN SERAT (BALITTAS)**

**Oleh
NAILUFAR**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**EVALUASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN TEBU
(*Saccharum officinarum* L.) DI KEBUN PERCOBAAN BALAI
PENELITIAN TANAMAN PEMANIS DAN SERAT (BALITTAS)**

Oleh
NAILUFAR
145040207111048

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala apa yang ada di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dari dosen pembimbing. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2018

Nailufar





I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman tebu merupakan tanaman yang menghasilkan bahan pangan pokok berupa gula. Tebu dapat menghasilkan gula sebanyak 10.483 kg/ha sampai 12.198 kg/ha (Orgeron, 2003). USDA (2009) menyatakan bahwa produksi gula di Brazil, India, Thailand, dan Cina jumlahnya sekitar 50% dari produksi dunia dan 59% diekspor ke seluruh dunia.

Produksi gula Indonesia hanya 1,68% dan yang dikonsumsi sebesar 2,79% dari total konsumsi gula dunia sehingga masih terjadi defisit gula nasional. Sedangkan konsumsi gula Indonesia dua kali lipat dari produksi yang dihasilkan. Kondisi ini menyebabkan belum tercapainya kondisi swasembada gula di Indonesia. Tidak stabilnya industri gula Indonesia disebabkan oleh masalah sosial dan ekonomi. Kebutuhan gula untuk konsumsi dalam negeri akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kenaikan tingkat kehidupan masyarakat. Namun, kenaikan kebutuhan gula untuk konsumsi, baik untuk kebutuhan langsung masyarakat maupun industri tidak diimbangi oleh peningkatan produksi dalam negeri. Sedangkan permasalahan ekologi antara lain diakibatkan oleh menurunnya kualitas sumberdaya lahan sehingga adanya penurunan produktivitas tebu terutama di pulau Jawa. Oleh sebab itu, perluasan tanaman tebu di luar pulau Jawa sedang digalakkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (Jayanto, 2002). Produksi gula dalam negeri adalah sebesar 2,6 juta ton yang berasal dari tebu petani dan pabrik gula sehingga masih terjadi defisit gula nasional sekitar 2,7 juta ton (Staff Khusus Bidang Pangan dan Energi, 2014). Oleh sebab itu, Indonesia hingga saat ini masih mengimpor gula pasir guna memenuhi kebutuhan tersebut.

Peningkatan produksi gula dapat dilakukan jika ketersediaan tebu sebagai bahan baku utama dapat ditingkatkan. Akan tetapi, produksi dan luas lahan tanaman tebu terus menurun karena semakin terbatasnya lahan yang sesuai dengan tanaman tebu. Menurut Mubyarto dan Daryanti (1991) dalam Januarsini (2000), salah satu faktor menurunnya produktivitas adalah perluasan lahan tanaman tebu yang telah banyak dilakukan di lahan-lahan kering yang produktivitasnya lebih rendah

(Hartemink dan Kuniata, 1996; Cherubin *et al.*, 2015). Pada kondisi lahan seperti ini banyak faktor pembatas lahan yang mempengaruhi pertumbuhan tebu, sehingga pengelolaan lahan sangat penentuan produktivitas tebu (Snyder, *et al.*, 1986; Hartemink dan Wood, 1998; Ferraro, Rivero dan Ghersa, 2009; Alamilla-Magaña *et al.*, 2016; Aguilar-Rivera *et al.*, 2018).

Pada tahun 2014 Indonesia merencanakan swasembada gula nasional oleh karena itu diperlukan adanya upaya peningkatan produktivitas dan optimalisasi sumber daya lahan. Lahan merupakan salah satu sumberdaya yang berkaitan dengan penggunaan lahan dan pemanfaatannya. Indonesia memiliki sumberdaya lahan sangat besar untuk pengembangan pertanian. Menurut Mulyadi *et al.*, (2009) terdapat sekitar 141.279 ha lahan yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan tebu yang tersebar di enam provinsi, yaitu Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Papua, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur. Permintaan tebu yang semakin meningkat mendorong adanya peningkatan dan optimalisasi lahan sehingga perlu dilakukan penilaian evaluasi kesesuaian lahan agar diperoleh hasil yang optimal, terutamanya lahan-lahan kering (Ellis dan Lankford, 1990; Laclau dan Laclau, 2009). Target swasembada gula nasional pada tahun 2014 dapat dicapai dengan adanya usaha perbaikan kualitas pertanaman tebu dan peningkatan rendemen. Upaya ini dapat dilakukan dengan optimalisasi dan evaluasi sumberdaya lahan kering untuk budidaya tanaman tebu (Singh, Shukla dan Bhatnagar, 2007; Lapola, Priess dan Bondeau, 2009; daSilva *et al.*, 2013; Cherubin *et al.*, 2016; Scarpore, *et al.*, 2016). Pemanfaatan lahan setidaknya didasarkan pada kesesuaian lahan dengan persyaratan penggunaan lahan tebu, sehingga lahan tidak terdegradasi dan budidaya tebu berkelanjutan (Meyer, Van Antwerpen dan Meyer, 1996; Wood, 1985; Sagoo *et al.*, 2011; Franco *et al.*, 2015). Informasi daya dukung lahan yang diperlukan mencakup luasan dan karakteristik lahan. Sehingga dibutuhkan evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman tebu (Chartres, 1981; Moberly dan Meyer, 1984).

Evaluasi kesesuaian lahan adalah evaluasi potensi lahan untuk penggunaan berbagai sistem pertanian. Menurut Rayes (2006), evaluasi lahan merupakan proses penilaian potensi suatu lahan untuk penggunaan spesifik yang dilakukan dengan cara tertentu yang digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan

keputusan penggunaan lahan. Lahan yang memiliki kemampuan tinggi diharapkan berpotensi dalam berbagai macam penggunaan. Tujuan dari evaluasi kesesuaian lahan adalah untuk mendapatkan suatu kerangka yang dapat digunakan sebagai acuan dalam membuat suatu kebijakan pengelolaan lahan dalam pengelolaan lahan tebu yang selama ini menurun produktivitasnya. Salah satu lembaga penelitian yang banyak meneliti dan membudidayakan tebu adalah Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS) dan melalui kegiatan penelitian evaluasi kesesuaian lahan yang dilakukan di Kebun Percobaan BALITTAS, diharapkan dapat memberikan kontribusi hasil yang menunjang untuk perbaikan faktor yang menjadi pembatas pada lahan tebu dan produksi tebu.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah;

1. Apakah Kebun Percobaan BALITTAS sesuai dengan kesesuaian tanaman tebu untuk tumbuh?
2. Apakah faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman tebu?
3. Apa rekomendasi yang tepat untuk perbaikan lahan tebu di Kebun Percobaan BALITTAS?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kesesuaian lahan tebu di Kebun Percobaan BALITTAS.
2. Mengelompokkan faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman tebu.
3. Merekomendasikan alternatif pengelolaan berdasarkan kesesuaian lahan yang menjadi faktor pembatas di Kebun Percobaan BALITTAS.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai hasil evaluasi kesesuaian lahan di Kebun Percobaan BALITTAS.
2. Memberikan rekomendasi pengelolaan dari hasil evaluasi lahan yang menjadi faktor pembatas di Kebun Percobaan BALITTAS.

1.5. Hipotesis Penelitian

1. Kesesuaian lahan tanaman tebu di Kebun percobaan Balittas memiliki kelas kesesuaian lahan sesuai untuk pertumbuhan tanaman tebu.
2. Karakteristik lahan yang menjadi faktor pembatas kelas kesesuaian lahan tanaman tebu adalah hara tersedia.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Evaluasi Kesesuaian Lahan

Evaluasi lahan merupakan salah satu komponen yang penting dalam proses perencanaan penggunaan lahan. Evaluasi lahan merupakan proses penilaian suatu lahan yang ditujukan untuk penggunaan lahan tertentu salah satunya adalah untuk pertanian. Menurut Ritung, dkk (2007) evaluasi adalah suatu proses penilaian sumber daya lahan untuk tujuan tertentu dengan menggunakan suatu pendekatan atau cara yang sudah teruji.

Evaluasi lahan merupakan proses penilaian potensi suatu lahan untuk penggunaan-penggunaan spesifik yang dilakukan dengan cara-cara tertentu, yang nantinya akan menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan penggunaan lahan (Rayes, 2006). Evaluasi lahan untuk tanaman tebu merupakan salah satu tindakan yang dilakukan untuk menilai potensi-potensi suatu lahan yang cocok untuk pertanian khususnya budidaya tanaman tebu.

Evaluasi lahan memerlukan sifat-sifat fisik lingkungan pada suatu wilayah yang selanjutnya dirinci ke dalam kulaitas lahan (terdiri atas satu atau lebih karakteristik lahan). Beberapa karakteristik lahan umumnya memiliki hubungan satu sama lain yang akan berpengaruh terhadap jenis penggunaan atau pertumbuhan tanaman dan komoditas lainnya yang berbasis lahan misalnya peternakan, perikanan, dan kehutanan (Djaenudin *et al.*, 2003). Hasil evaluasi lahan dapat digambarkan dalam bentuk peta sebagai dasar untuk perencanaan tata guna lahan yang rasional sehingga tanah dapat digunakan secara optimal dan lestari (Hardjowigeno dan Widiatmika, 2007). Hasil evaluasi lahan juga akan memberikan informasi atau arahan penggunaan lahan sehingga dapat meningkatkan produksi yang akan diperoleh (Djaenuddin *et al.*, 2003).

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan lahan untuk penggunaan tertentu yang merupakan salah satu komponen penting dalam kajian penilaian agroekologi (Silva *et al.*, 2003). Jenis tanah dan iklim merupakan faktor yang dapat memengaruhi produktivitas tanaman, kesesuaian teknologi yang akan diterapkan dalam usaha budidaya, misalnya pemupukan, irigasi, perkiraan iklim guna penyusunan pola tanam (Jarvis, 2008). Manfaat adanya evaluasi lahan adalah

memberikan pengertian tentang hubungan antara kondisi lahan dan penggunaannya, serta memberikan kepada perencana berbagai perbandingan dan alternatif pilihan penggunaan.

2.1.1. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan adalah memanfaatkan sebidang lahan untuk tujuan tertentu (Ritung dkk, 2011). Penggunaan lahan untuk pertanian secara umum dibedakan atas penggunaan lahan semusim, tahunan, dan permanen. Penggunaan lahan semusim untuk tanaman musiman dengan pola tanam berupa rotasi atau tumpang sari yang masa panennya dapat dilakukan setiap musim dengan periode kurang dari satu tahun. Penggunaan lahan tahunan adalah penggunaan lahan dalam jangka panjang. Sedangkan penggunaan lahan permanen tidak diusahakan untuk pertanian, misalnya untuk hutan, daerah konservasi, desa, perkotaan, dan lain-lain.

Penggunaan lahan dapat dikategorikan menjadi penggunaan lahan yang lebih spesifik karena dikaitkan dengan pengelolaan, masukan, dan keluaran yang diharapkan (FAO, 1976). Secara detil, tipe penggunaan lahan meliputi aspek hasil, orientasi pasar, intensitas modal, intensitas tenaga kerja, pengelolaan lahan, pengetahuan teknis dan budaya petani, teknologi pengelolaan lahan, kebutuhan infrastruktur, luas lahan usahatani, status kepemilikan lahan, dan tingkat pendapatan. Berdasarkan sistem dan modelnya, tipe penggunaan lahan dibedakan atas *multiple* dan *compound*.

Multiple merupakan tipe penggunaan lahan yang terdiri atas lebih dari satu komoditas yang diusahakan secara serentak pada sebidang lahan. Setiap penggunaan lahan memerlukan masukan serta keluaran masing-masing. Pada tipe penggunaan lahan *compound*, yang diusahakan lebih dari satu komoditas dalam sebidang lahan. Perbedaan jenis penggunaan dapat terjadi pada suatu sekuen atau urutan waktu, yaitu tanaman ditanam secara rotasi atau serentak di areal yang berbeda pada sebidang lahan yang dikelola dalam unit organisasi yang sama.

2.1.2. Kualitas lahan

Kualitas lahan adalah sifat-sifat pengenal atau *attribute* yang bersifat kompleks dari sebidang lahan (Ritung dkk, 2011). Setiap kualitas lahan memiliki keragaan yang berpengaruh terhadap kesesuaiannya bagi penggunaan tertentu yang terdiri atas satu atau lebih karakteristik lahan. Kualitas lahan ada yang dapat

diestimasi atau diukur secara langsung di lapang, tetapi pada umumnya ditetapkan dari pengertian karakteristik lahan (FAO, 1976).

Dalam evaluasi lahan, kualitas lahan sering kali tidak digunakan, tetapi langsung menggunakan karakteristik lahan. Beberapa metode evaluasi lahan yang menggunakan kualitas lahan antara lain Driessen, 1971; Bunting, 1981; Staf PPT, 1983; CSR/FAO, 1983; dan Sys *et al.*, 1993. Kualitas lahan dapat berperan positif maupun negatif terhadap penggunaan lahan bergantung pada sifat-sifatnya. Berpengaruh positif apabila mempunyai sifat-sifat menguntungkan bagi suatu penggunaan. Sebaliknya, apabila mempunyai sifat-sifat yang merugikan bagi penggunaan sehingga merupakan faktor pembatas. Setiap kualitas lahan dapat berpengaruh terhadap satu atau lebih dari jenis penggunaan lahan. Demikian pula, satu jenis penggunaan lahan juga akan dipengaruhi oleh berbagai kualitas lahan. Kualitas lahan yang dipilih sebagai parameter dalam penelitian ini meliputi (Tabel 1).

Tabel 1. Kualitas Lahan yang Digunakan dalam Evaluasi Lahan Tanaman Tebu

No	Kualitas Lahan	Uraian
1.	Temperatur (tc)	: ditentukan oleh temperatur rata-rata tahunan
2.	Ketersediaan air (wa)	: ditentukan oleh curah hujan
3.	Ketersedian oksigen (oa)	: ditentukan oleh drainase
4.	Media perakaran (rc)	: ditentukan oleh tekstur, kedalaman tanah
5.	Retensi hara (nr)	: ditentukan oleh KTK tanah, KB, pH, dan C-organik
6.	Hara tersedia (na)	: ditentukan oleh total N, P ₂ O ₅ , K ₂ O
7.	Tingkat bahaya erosi (eh)	: ditentukan oleh lereng dan bahaya erosi
8.	Penyiapan lahan (lp)	: ditentukan oleh batuan di permukaan dan singkapan batuan

2.1.3. Karakteristik Lahan

Karakteristik lahan adalah sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi. Beberapa pustaka menyebutkan bahwa penggunaan karakteristik lahan untuk keperluan evaluasi lahan bervariasi. Setiap satuan peta lahan yang dihasilkan dari kegiatan survei, karakteristiknya dirinci dan diuraikan mencakup keadaan lingkungan fisik dan tanahnya. Data yang diperoleh melalui survei atau penelitian tanah di lapangan digunakan untuk interpretasi dan evaluasi lahan. Uraian karakteristik lahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Temperatur rerata

Merupakan suhu udara tahunan yang dinyatakan dalam °C (derajat celcius). Menurut Sutanto (2005), temperatur memiliki pengaruh yang besar terhadap perkecambahan, respirasi, penyerapan hara oleh tanaman tingkat tinggi, dan aktivitas organisme tanah. Secara tidak langsung, suhu berpengaruh terhadap kehilangan air melalui evaporasi dari permukaan tanah dan transpirasi melalui tanaman

b. Curah hujan tahunan

Merupakan jumlah rerata curah hujan tahunan yang dinyatakan dalam mm. Curah hujan berpengaruh dalam penyediaan air bagi tanaman, terutama pada lahan kering yang mengandalkan sumber air dari air hujan. Ketersediaan air yang tinggi memengaruhi pembentukan sukrosa pada tebu dan menentukan produksi yang dihasilkan.

c. Drainase

Drainase menunjukkan kecepatan meresapnya air yang melewati tanah atau keadaan yang menunjukkan lamanya dan seringnya jenuh air. Menurut Rein *et al.*, (2011), drainase berkaitan dengan pengaturan dan manajemen air berlebih yang dapat berdampak pada zona akar atau kerusakan pada lapisan permukaan akibat erosi. Drainase berperan penting terutama pada pertanian lahan kering, karena untuk pertumbuhan yang baik akar tanaman membutuhkan banyak oksigen. Pada umumnya akar-akar tanaman lahan kering tidak mampu menembus lapisan tanah yang jenuh air karena kekurangan oksigen.

d. Tekstur

Tekstur merupakan perbandingan relatif dari patikel pasir, debu, dan liat. Tekstur tanah bersifat permanen dan mempunyai pengaruh terhadap sifat tanah yang lain, seperti struktur, konsistensi, kelengasan tanah, permeabilitas tanah, *run off*, daya infiltrasi, dan lain-lain.

e. Kedalaman tanah

Kedalam tanah atau kedalama efektif adalah kedalaman tanah yang masih dapat ditembus akar tanaman. Menurut Rein *et al.*, (2011) menyebutkan pengetahuan tentang kondisi fisik dan kimia di dalam tanah

digunakan untuk mengetahui perkembangan perakaran sebagai faktor-faktor yang akan menentukan kualitas dari sistem akar.

Tabel 2. Klasifikasi Kedalaman Efektif Tanah

Kelas	Kriteria
Sangat Dangkal	: < 20 cm
Dangkal	: 20 – 50 cm
Sedang	: > 50 – 75 cm
Dalam	: > 75 cm

Sumber: Juknis Evaluasi Kesesuaian Lahan, 2011

f. KTK tanah

Kapasitas Tukar Kation didefinisikan sebagai kapasitas tanah dalam menyerap dan mempertukarkan kation yang dinyatakan dalam miliekivalen per 100gram (me/100g). Kapasitas tukar kation dipengaruhi oleh jenis koloid dan jumlah koloid. Jenis mineral liat, tekstur, dan bahan organik tanah sangat menentukan nilai kapasitas tersebut.

g. Kejenuhan Basa (KB)

Kejenuhan basa adalah perbandingan jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation (kation basa dan kation asam) yang terdapat pada kompleks serapan tanah dengan satuan persen (%).

h. pH H₂O

Merupakan derajat keasaman yang pengukurannya berdasarkan pada banyaknya konsentrasi ion hidrogen yang larut dalam tanah. Menurut Indrawanto (2010), pH berhubungan dengan ketersediaan hara. pH yang tinggi, ketersediaan unsur hara menjadi terbatas. Sedangkan pada pH < 5 akan menyebabkan keracunan Fe dan Al pada tanaman.

i. C-Organik

Kandungan karbon organik tanah digunakan untuk mengetahui bahan organik tanah. Bahan organik adalah bahan yang berasal dari organisme hidup. Bahan organik dapat digolongkan menjadi tiga fraksi, yang hidup, mati (fraksi aktif), dan sangat mati (fraksi stabil). Bahan organik memiliki fungsi yaitu sebagai sumber makanan untuk mikroba tanah yang kehadirannya penting untuk pembentukan agregat tanah (Rein *et al.*, 2011).

j. Ketersediaan Nitrogen Tanah

Nitrogen merupakan unsur hara makro esensial yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Rein *et al.*, (2011) menyebutkan bahwa N terlibat dalam interaksi dengan unsur hara lain. Pada tanaman tebu, nitrogen menentukan sintesis dan akumulasi sukrosa dalam batang, dan selanjutnya menentukan rendemen tebu saat panen (Muchow *et al.*, 1996; Basanta *et al.*, 2003).

k. Ketersediaan Fosfor Tanah

Menurut Rein *et al.*, (2011), P tersedia merupakan unsur penting bagi pertumbuhan dan sangat menentukan rendemen tebu saat panen (Sundara, Natarajan, dan Hari, 2002). Peran P adalah berkontribusi dalam transfer energi dan metabolisme tanaman, terutama berperan dalam membangun sistem perakaran (Mardamootoo *et al.*, 2013).

l. Ketersediaan Kalium Tanah

Kalium berperan dalam mengendalikan kelembaban tanaman melalui osmoregulasi di stomata. Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk K^+ , Kalium juga berfungsi sebagai aktivator enzim. K berperan dalam proses sintesis dan translokasi sukrosa dari daun ke jaringan simpanan sukrosa di batang tebu.

m. Lereng

Menyatakan kemiringan lahan diukur dalam persen (%). Lereng berhubungan dengan topografi dan relief. Relief erat hubungannya dengan faktor pengelolaan lahan dan bahaya erosi. Sedangkan faktor ketinggian tempat di atas permukaan laut berkaitan dengan persyaratan tumbuh tanaman yang berhubungan dengan temperatur udara dan radiasi matahari.

n. Bahaya erosi

Tingkat bahaya erosi dapat diprediksi berdasarkan keadaan lapangan, yaitu dengan memperhatikan adanya erosi, seperti erosi permukaan, erosi alur, erosi parit. Pendekatan lain yang digunakan adalah dengan memperhatikan permukaan tanah yang hilang (rata-rata) pertahun.

o. Batuan di permukaan

Menunjukkan volume batuan (%) yang ada di permukaan tanah/lapisan olah.

p. Singkapan batuan

Menunjukkan batuan (%) yang ada dalam solum tanah.

2.2. Kelas Kesesuaian Lahan

Kelas kesesuaian lahan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kesesuaian lahan aktual dan potensial. Kelas kesesuaian lahan aktual menunjukkan kesesuaian lahan terhadap penggunaan lahan yang ditentukan dalam keadaan sekarang tanpa adanya perbaikan yang berarti. Sedangkan kesesuaian lahan potensial menunjukkan kesesuaian terhadap penggunaan lahan yang ditentukan dari keadaan lahan yang akan datang setelah dilakukan perbaikan yang diperlukan. Hal ini perlu dirinci faktor-faktor ekonomis yang disertakan dalam menduga biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan tersebut. Alur logika penilaian kesesuaian lahan (FAO, 1976, dalam Djaenudin *et al.*, 2000).

Kerangka evaluasi lahan menurut FAO ini dapat dipakai untuk klasifikasi kuantitatif maupun kualitatif tergantung dari data yang tersedia. Struktur dari sistem klasifikasi kesesuaian lahan ini terdiri atas kategori-kategori yang merupakan tingkat generalisasi yang bersifat menurun yaitu:

a. Kesesuaian lahan pada tingkat ordo menunjukkan apakah lahan sesuai atau tidak untuk penggunaan tertentu. Oleh karena itu, ordo kesesuaian lahan dibagi dua, yaitu:

1. Ordo S : Sesuai (*Suitable*)

Lahan yang termasuk ordo ini adalah lahan yang dapat digunakan untuk suatu penggunaan tertentu secara lestari, tanpa atau dengan sedikit resiko kerusakan terhadap sumberdaya lahannya. Keuntungan yang diharapkan dari hasil pemanfaatan lahan ini akan melebihi masukan yang diberikan.

2. Ordo N: Tidak sesuai (*Not Suitable*)

Lahan yang termasuk ordo ini mempunyai pembatas sedemikian rupa sehingga mencegah suatu penggunaan secara lestari.

b. Kesesuaian lahan pada tingkat kelas

Lahan yang tergolong Sesuai (S) dibedakan antara lahan yang Sangat Sesuai (S1), Cukup Sesuai (S2), dan Sesuai Marginal (S3).

1. Kelas S1, Sangat Sesuai: lahan tidak mempunyai faktor pembatas yang nyata terhadap penggunaan secara berkelanjutan, atau faktor pembatas yang bersifat minor dan tidak akan mereduksi produktifitas lahan secara nyata.
 2. Kelas S2, Cukup Sesuai: lahan mempunyai faktor pembatas, dan faktor pembatas ini berpengaruh terhadap produktifitasnya, memerlukan tambahan (*input*) masukan. Pembatas tersebut biasanya dapat diatasi oleh petani sendiri.
 3. Kelas S3, Sesuai Marginal: lahan mempunyai faktor pembatas yang berat, dan faktor pembatas ini berpengaruh terhadap produktifitasnya, memerlukan tambahan input yang lebih besar dari pada lahan yang tergolong S2. Untuk mengatasi faktor pembatas pada S3 memerlukan modal tinggi, sehingga perlu adanya bantuan atau campur tangan pemerintah atau pihak swasta. Tanpa bantuan tersebut petani tidak mampu mengatasinya.
 4. Lahan yang tergolong Tidak Sesuai (N), Tidak Sesuai: lahan yang tidak sesuai (N) karena mempunyai faktor pembatas yang sangat berat dan/atau sulit diatasi.
- c. Kesesuaian Lahan pada tingkat sub kelas

Kelas kesesuaian lahan dibedakan menjadi sub kelas berdasarkan kualitas dan karakteristik lahan yang merupakan faktor pembatas terberat bergantung peranan faktor pembatas pada masing-masing sub kelas. Kemungkinan kelas kesesuaian lahan yang dihasilkan ini bisa diperbaiki dan ditingkatkan kelasnya sesuai dengan input atau masukan yang diperlukan. Contoh S3oa yaitu termasuk kelas sesuai marginal dengan sub kelasnya oa atau ketersediaan oksigen tidak memadai. Dengan perbaikan drainase yang sesuai akan menaikkan kelasnya sampai kelas terbaik.

2.3. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu teknologi sebagai alat bantu untuk menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan kembali

kondisi-kondisi alam dengan bantuan data atribut dan spasial (Prahasta, 2002). Konsep dasar SIG merupakan sistem yang dikembangkan khusus dibuat untuk menangani masalah informasi yang bereferensi geografis dalam berbagai cara dan bentuk. Input untuk SIG dapat dipanggil dengan menggunakan komputer, tidak terbatas pada data penginderaan jauh. SIG paling tidak terdiri dari subsistem pemrosesan, subsistem analisis data, dan subsistem yang menggunakan informasi. Subsistem pemrosesan data mencakup pengambilan data, perbaikan, analisis, dan keluaran informasi dalam berbagai bentuk. Subsistem yang memakai informasi memungkinkan adanya informasi relevan untuk menyelesaikan suatu masalah.

Dalam rancangan SIG, komponen input dan output grafik tertentu seringkali memiliki peranan dominan dalam membentuk arsitektur dari sisa suatu sistem. Hal tersebut perlu dalam memahami kedalaman prosedur yang dipakai dalam kaitannya dengan masalah input atau output data, organisasi data, dan pemrosesan data. Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat diuraikan menjadi beberapa tahapan yang terdiri dari:

1. Data Input

Tahapan ini untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber, bertanggung jawab dalam mengkonversi atau mentransportasikan format-format data asli ke dalam format yang dapat digunakan oleh SIG.

2. Data Output

Tahapan ini menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun bentuk *hardcopy*.

3. Data Manajemen

Tahapan ini mengorganisasikan data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-*update*, dan di-*edit*.

4. Data Manipulasi dan Analisis

Tahapan ini menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG serta manipulasi dan permodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

Teknik evaluasi lahan telah terbukti bermanfaat untuk mendukung pengelolaan sumberdaya lahan yang rasional dan pembangunan berkelanjutan di

banyak sektor agrokomples. Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh (RS) dapat digunakan untuk mengidentifikasi lahan yang cocok untuk menanam tebu berbagai lokasi. Kerangka evaluasi lahan FAO dapat diadopsi, menggunakan data yang tersedia termasuk lansekap dan tanah. Data satelit dapat digunakan untuk memperoleh beberapa peta tematik untuk membantu mengidentifikasi area dengan potensi yang dibutuhkan. Analisis kesesuaian lahan berbasis GIS dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ESRI ArcGIS, dan dataset input direklasifikasi untuk menetapkan kategori yang dapat diintegrasikan dalam satu model. Metode *overlay* berbobot dapat digunakan, bersama dengan metode raster-boolean tradisional, untuk memungkinkan perbandingan hasil dari masing-masing metode. Metode *overlay*-berbobot mendemonstrasikan lebih banyak lahan sebagai 'sesuai' daripada metode boolean-tradisional. Hal ini ada kaitannya dengan pembobotan yang berbeda dalam *overlay* tertimbang, menjadikannya operasi yang lebih fleksibel bila dibandingkan dengan penilaian "benar atau salah" yang ketat dalam metode Boolean. Dalam suatu wilayah studi, dapat diidentifikasi lokasi lahan yang "sesuai", 'cukup sesuai', "tidak sesuai" untuk budidaya tanaman tebu.

Di negara-negara dimana pemanenan mekanis masih terbatas, maka teknologi RS telah diusulkan sebagai pengganti pemetaan hasil tanaman on-the-go (Roloff dan Focht, 2006). Industri perkebunan tebu Afrika Selatan telah menempatkan prioritas besar pada RS berbasis satelit (Schmidt *et al.*, 2001) untuk mengukur hasil tebu dan untuk menargetkan penggunaan pupuk dan air. Australia dan Brasil telah memanen tebu dan operasi perkebunan tebu lainnya dengan mengeksplorasi penggunaan penginderaan jauh. Dalam industri gula Australia, penelitian awal berpusat pada estimasi dan evaluasi tanaman tebu dengan menggunakan teknologi SPOT dan LANDSAT yang memiliki resolusi di lapangan 20-25 m (Markley *et al.*, 2003). Resolusi teknologi tersebut untuk aplikasi pertanian-presisi di lapangan masih diperdebatkan karena informasi 1 piksel merupakan gabungan dari 16 baris (Bramely, 2007). Namun demikian, akurasi estimasi hasil tebu dalam urutan 10% telah dicapai dengan menggunakan sistem ini dan dapat dipertimbangkan untuk aplikasi skala perkebunan dengan resolusi tinggi. Solusi untuk masalah yang ditimbulkan oleh teknologi ini adalah penggunaan video

multi-spektral digital (DMSV) RS yang memiliki resolusi piksel 50 cm dan telah berhasil digunakan di Afrika Selatan untuk membedakan variasi, umur tanaman dan cekaman air (Schmidt *et al.*, 2001) dan merupakan solusi untuk aplikasi pemecahan masalah.

Jalan lain dari RS adalah penggunaan EO-1 Hyperion hyperspectral imagery. Manfaat dari jenis citra ini adalah cakupan seluruh spektrum yang berbeda dengan LANDSAT dan SPOT yang hanya mencakup 4–8 jendela di seluruh spektrum. Penggunaan pertama dari citra hiperspektral dalam industri perkebunan tebu di Australia adalah untuk mendeteksi 'penyakit' karat oranye (Apan *et al.*, 2004). Penyakit ini menghasilkan satu set band spektral yang unik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi area dalam piksel 30 m.

Perkembangan selanjutnya dari indeks penyakit – cekaman air adalah menghasilkan akurasi klasifikasi sebesar 96,6% untuk piksel dengan penyakit. Berbekal informasi spasial ini, petani dapat mengelola potensi wabah secara tepat waktu sebelum terjadi kerusakan tanaman yang serius. Studi lain mengungkapkan bahwa citra hyperspectral yang diambil sebelum panen dapat digunakan untuk mengklasifikasikan sembilan varietas tebu (Everingham *et al.*, 2007). Pekerjaan serupa menggunakan citra hiperspektral di Brasil difokuskan untuk membedakan varietas tebu (Galvao *et al.*, 2005, 2006), penilaian luas lahan produksi dan hasil tebu (Almeida *et al.*, 2006). Penelitian dilakukan untuk identifikasi dan estimasi luas tanaman tebu di Andhra Pradesh Vuyyuru dan zona Lakshmipuram pabrik Gula-tebu dengan menggunakan data RS satelit selama 1997-2000. Data satelit dianalisis menggunakan teknik klasifikasi supervisi untuk estimasi luas lahan tebu. Perkiraan luas lahan tebu dimungkinkan setelah 100 hari penanaman tebu dan tanaman tebu dapat diidentifikasi pada data satelit setelah bulan April (Krishna Rao *et al.*, 2002).

2.4. Karakteristik Lahan Tanaman Tebu

Evaluasi lahan memberikan pengertian tentang hubungan antara kondisi lahan dan penggunaannya serta memberikan berbagai perbandingan dan alternatif pilihan penggunaan. Sedangkan manfaatnya adalah menilai kesesuaian lahan bagi suatu penggunaan tertentu serta memprediksi konsekuensi dari penggunaan lahan yang akan dilakukan. Masing-masing tanaman memiliki persyaratan penggunaan

lahan yang berbeda. Berikut disajikan dalam Tabel 3 merupakan persyaratan penggunaan lahan tanaman tebu yang digunakan.

Tabel 3. Persyaratan Penggunaan Lahan Tanaman Tebu

Persyaratan penggunaan/Karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian Lahan				Referensi
	S1	S2	S3	N	
Temperatur (tc)					
Rata-rata tahunan ($^{\circ}\text{C}$)	24-30	30-32 22-24	32-34 21-22	>34 <21	Ritung dkk, 2011
Ketersediaan air (wa)					
Curah hujan (mm)	>1600	1100- 1600	800-1100	<800	Painbooksak, 2008
Ketersediaan oksigen (oa)					
Drainase	Baik, sedang	Agak terhambat	terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat	Djaenudin, 2003
Media perakaran (rc)					
Tekstur	Halus, agak halus, sedang	Halus, agak halus, sedang	Agak kasar	kasar	Ritung dkk, 2011
Kedalaman tanah (cm)	>75	>75	50-75	<50	Ritung dkk, 2011
Retensi hara (nr)					
KTK tanah (cmol)	> 16	5-16	<5	-	Ritung dkk, 2011
Kejenuhan basa (%)	>50	35-50	<35		Ritung dkk, 2011
pH H ₂ O	5,5-7,5	5,0-5,5 7,5-8,0	<5,0 >8,0		Ritung dkk, 2011
C-organik (%)	>0,8	≤0,8			Ritung dkk, 2011
Hara tersedia (na)					
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah		Ritung dkk, 2011
P ₂ O ₅ (ppm)	Tinggi	Sedang	Rendah- sangat rendah	-	Ritung dkk, 2011
K ₂ O (cmol/kg)	tinggi	sedang	Rendah- sangat rendah	-	Ritung dkk, 2011
Bahaya Erosi (eh)					
Lereng (%)	<3	3-8	8-15	>15	Ritung dkk, 2011
Bahaya erosi		Sangat ringan	Ringan - sedang	Berat- sangat berat	Ritung dkk, 2011
Penyiapan lahan (p)					
Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40	Ritung dkk, 2011
Singkap batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25	Ritung dkk, 2011

2.4.1. Pengelolaan Karakteristik Lahan untuk Tanaman tebu

Uraian masing-masing karakteristik lahan tanaman tebu adalah sebagai berikut:

1. Suhu udara

Suhu udara berkaitan erat dengan pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu. Suhu optimum pada fase perkecambahan mulai dari stek batang adalah 32-38°C, perkecambahan lambat pada suhu dibawah 25°C dan pertumbuhan cepat mencapai 30-34°C. Kemudian melambat lagi apabila suhu diatas 35°C. Pertumbuhan kecambah tebu berhenti pada suhu diatas 38°C.

Pengaruh iklim terhadap pertumbuhan dan hasil tebu di Perusahaan Gula Savannah di Numan, Nigeria menunjukkan adanya beberapa faktor iklim yang secara signifikan memengaruhi pertumbuhan dan hasil tebu (Bimbol, Adebayo dan Kwon-Ndung, 2006). Hasil analisis regresi menunjukkan terdapat dua variabel iklim yang memengaruhi hasil panen tebu, yaitu evaporsi selama fase pertumbuhan cepat dan suhu minimum pada fase perkecambahan. Kedua faktor ini menyumbang > 68% dari variasi hasil tebu.

Budidaya tebu di suatu lokasi biasanya dibatasi oleh suhu dingin 15° di daerah subtropis, sedangkan suhu tinggi tampaknya kurang menimbulkan masalah. Untuk memperoleh gambaran tentang parameter fisiologis yang terpengaruh, tanaman tebu ditanam pada suhu 15, 27, dan 45° hingga 10 bulan dan parameter fotosintesis daun yang diukur, yaitu konten klorofil, reaksi Hill, parameter fluoresensi klorofil pada photosystem II dan aktivitas transpor elektron, serta suhu kritis dari organisasi membran kloroplas. Dalam semua parameter tersebut, ternyata tanaman tebu yang tumbuh pada 27° lebih tinggi daripada yang tumbuh pada 15 atau 45° (Ebrahim *et al.*, 1998). Kinerja fotosintesis tanaman yang ditanam pada 45° lebih tinggi daripada yang ditanam pada suhu 15° untuk semua parameter, ketika tanaman masih muda (usia 3 bulan). Dengan bertambahnya umur tebu, telah terjadi beberapa adaptasi terhadap suhu yang tidak menguntungkan, ditunjukkan oleh perubahan sifat fotosintesis ke arah tanaman yang tumbuh pada suhu optimal (27°). Adaptasinya sangat kuat untuk tanaman yang ditanam pada suhu 15°, sehingga setelah 9 bulan kinerjanya lebih baik daripada tanaman pada suhu 45° (Ebrahim *et al.*, 1998).

Dua kultivar tebu (*Saccharum officinarum* cv. CP73-1547 dan CP88-1508) ditanam selama tiga bulan pada companion yang berpasangan, suhu-gradien, rumah kaca yang diterangi matahari dengan konsentrasi siang hari [CO₂] sebesar 360 (konsentrasi normal) dan 720 (konsentrasi tinggi) $\mu\text{mol mol}^{-1}$ dan pada suhu 1,5°C (dekat ambien) dan 6,0°C lebih tinggi dari suhu di luar (Vu dan Allen, 2009). Luas daun dan biomassa, biomassa batang dan jus dan nilai tukar CO₂ (CER) dan aktivitas ribulosa bifosfat karboksilase-oksigenase (Rubisco) dan fosfoenolpiruvat karboksilase (PEPC) dari daun yang telah mekar penuh diukur pada saat panen. Pada basis batang utama, luas daun, berat kering daun, berat kering batang dan volume jus batang meningkat dengan konsentrasi tinggi [CO₂] atau suhu tinggi. Kenaikan tersebut bahkan lebih besar pada kombinasi konsentrasi tinggi [CO₂] / suhu tinggi. Tanaman yang tumbuh pada kombinasi konsentrasi tinggi [CO₂] / suhu tinggi rata-rata 50%, 26%, 84% dan 124% lebih besar di luas daun, berat kering daun, berat kering batang dan volume jus batang, dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di lingkungan normal [CO₂] / suhu ambien (Vu dan Allen, 2009). Selain itu, tanaman yang tumbuh pada konsentrasi tinggi [CO₂] / suhu tinggi ternyata 2–3 kali lipat lebih tinggi kandungannya padatan terlarut dibandingkan dengan tanaman pada kondisi konsentrasi normal [CO₂] / suhu ambien. Meskipun CER tengah hari dari daun tidak terpengaruh oleh konsentrasi [CO₂] atau suhu tinggi, tanaman yang tumbuh pada konsentrasi tinggi [CO₂] adalah 41–43% lebih sedikit dalam konduktansi stomata daun dan 69–79% lebih besar dalam efisiensi penggunaan air daun, dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di lingkungan normal [CO₂]. Aktivitas PEPC turun 23–32% pada tanaman dengan konsentrasi tinggi [CO₂], sementara suhu tinggi tidak berdampak signifikan pada enzim ini. Aktivitas Rubisco tidak terpengaruh oleh konsentrasi tinggi [CO₂], tetapi berkurang 15–28% pada suhu tinggi. Peningkatan produksi jus batang dan konsentrasi padatan larut pada tanaman tebu yang tumbuh pada konsentrasi tinggi [CO₂] atau suhu tinggi, atau pada kombinasi konsentrasi tinggi [CO₂] / suhu tinggi, sebagian merupakan akibat dari peningkatan luas daun. Peningkatan tersebut akan meningkatkan kemampuan fotosintesis yang sedang berlangsung dan kumulatif dari seluruh tanaman. Hasilnya menunjukkan bahwa penggandaan konsentrasi

[CO₂] akan menguntungkan produksi tebu lebih dari yang diperkirakan 10–15% peningkatan untuk spesies C4 (Vu dan Allen, 2009).

Tanaman tebu ditanam selama 10 bulan di rumah kaca pada suhu 27°, dianggap suhu optimal, dan pada suhu rendah (15°) dan suhu tinggi (45°) (Ebrahim *et al.*, 1998). Pola pertumbuhan, produksi biomassa, kadar gula di daun dan batang, dan aktivitas enzim yang terlibat dalam metabolisme sukrosa ditentukan pada tanaman yang tumbuh pada setiap perlakuan suhu. Tanaman yang tumbuh pada suhu 15° sangat lambat tumbuh, dengan jumlah ruas lebih sedikit dan pendek-pendek dan daunnya lebih sedikit. Tanaman yang tumbuh pada suhu 45° memiliki hampir sama ruas dan daunnya seperti tanaman kontrol (27°), tetapi ruas-ruasnya lebih kecil dan lebih pendek dan daun menjadi kering lebih awal; pembentukan tunas samping (anakan) meningkat. Rasio batang/akar kira-kira konstan dari waktu ke waktu dan sama untuk ketiga perlakuan suhu. Luas daun per tanaman meningkat dari waktu ke waktu dan tertinggi pada perlakuan suhu 27°. Luas daun per biomassa batang konstan dari waktu ke waktu, tetapi dua kali lebih tinggi pada perlakuan 15° daripada 45° dan 2,5 lebih tinggi daripada perlakuan 27°. Total produksi biomassa adalah setengah hingga sepertiga pada perlakuan 45° dan seperlimanya pada perlakuan suhu 15°. Tingkat karbohidrat di daun, terutama sukrosa dan pati, tertinggi pada tanaman yang ditanam pada 15° dan terendah pada tanaman yang ditanam pada 45°. Hasil ini bersama dengan data pertumbuhan ditafsirkan sebagai indikasi bahwa translokasi sukrosa oleh floem terutama sangat dihambat pada 15°, sedangkan pada 45° respirasi daun tinggi, yang tertinggi pada 45°, mengurangi jumlah gula yang tersedia untuk translokasi (Ebrahim *et al.*, 1998).

Konsentrasi sukrosa dalam batang tebu adalah sama untuk tanaman yang ditanam pada perlakuan suhu 15° dan 27°, dan lebih rendah di batang tebu yang tumbuh di 45°. Konsentrasi heksose di ruas muda lebih tinggi pada perlakuan suhu 27° dibandingkan dengan perlakuan suhu lain, menunjukkan tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi. Keempat enzim metabolisme sukrosa (asam dan invertase netral, sintase sukrosa dan sukrosa fosfat sintase) tertinggi pada batang tebu pada perlakuan suhu 27° dan terendah pada 15°; pengembangan aktivitas selama pematangan internode adalah sama untuk semua tiga perlakuan suhu. Ada korelasi kuat, berlaku untuk semua tiga suhu pertumbuhan, antara konsentrasi sukrosa di

ruas batang dan perbedaan antara sintase sukrosa fosfat dan asam invertase, bukan untuk invertase netral, meskipun yang terakhir mungkin lebih tinggi dalam aktivitas dalam beberapa kasus. Hasilnya diambil sebagai bukti untuk peran penentu asam invertase dalam pengaturan penyimpanan gula di tebu (Ebrahim *et al.*, 1998).

2. Curah hujan

Tanaman tebu membutuhkan hujan optimal selama pertumbuhan vegetatif karena dapat mendorong pertumbuhan tebu dengan cepat, pemanjangan tebu, dan pembentukan ruas-ruas tebu. Selama periode pematangan, curah hujan harus kurang untuk mendapatkan rendemen yang baik, mengurangi pertumbuhan vegetatif, dan mengurangi kelembaban jaringan. Rata-rata curah hujan 1.200 mm dengan kisaran 1.100 – 1.500 mm optimal untuk hasil tebu yang tinggi. Daerah yang memiliki curah hujan minimal 600 mm dan maksimal 3.000 mm akan menghasilkan produksi tebu yang baik, tergantung pada sarana adaptif, pemilihan varietas, dan metode budidaya pertanian (ICAR, 2000).

3. Drainase Lahan

Drainase merupakan proses mengalirkan kelebihan air di lahan melalui saluran pembuangan atau saluran yang dibuat pada sekeliling lahan. Rein *et al.*, (2011) menjelaskan bahwa drainase berkaitan dengan pengaturan dan manajemen air berlebih. Saluran drainase dibuat pada jenis lahan yang memiliki jumlah air tinggi dikarenakan tebu membutuhkan banyak air pada fase awal dan saat pembentukan sukrosa. Drainase yang buruk dinyatakan oleh gejala tanaman tebu berupa daun yang menguning. Kondisi drainase yang tidak memadai dapat menurunkan resapan air irigasi dan mengurangi pertumbuhan akar dan menghambat pertumbuhan tebu (Humbert, 1968). Genangan juga dapat merugikan dalam pembentukan tanaman dan ratoon tebu, sehingga dapat menyebabkan gagal panen.

4. Tekstur tanah

Tebu dapat ditanam dan diproduksi pada semua jenis tanah. Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada tanah-tanah yang berliat, juga dibarengi dengan pengelolaan irigasi yang tepat. Adanya pemantauan dari sifat fisik, kimia, dan biologis tanah diperlukan untuk menjamin pertumbuhan tebu yang baik, hasil yang tinggi, dan kualitas gula yang lebih baik. Kepadatan tanah dan porositas tanah serta

parameter fisik lainnya memengaruhi pertumbuhan akar tebu. Bobot isi tanah sebesar $1,4 \text{ mg/m}^3$ dan porositas sekitar 50% (udara dan air) dalam proporsi yang sama sangat menguntungkan tanaman tebu. Tanaman tebu memiliki kapasitas akar hingga 5 m sehingga ketebalan tanah sangat menentukan toleransi tebu terhadap kekeringan (Huang, 2000).

5. KTK, KB, pH, dan C-Organik

Media perakaran untuk tanaman tebu adalah tanah berlempung hingga lempung berliat, kedalaman efektif tanah lebih dari satu meter, dan KTK $> 15 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ (Blackburn, 1984). Tanaman tebu dapat mentolerir kisaran pH 5,0-8,5, tetapi membutuhkan aplikasi kapur atau *gypsum* dalam kondisi yang lebih ekstrem (Ng Cheong, Kwong dan Preez, 2009).

Pengelolaan bahan organik tanah untuk tanaman tebu biasanya dilakukan dengan aplikasi bahan organik berupa seresah sisa panen, mulsa organik, kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, dan limbah pabrik gula yang kaya akan bahan organik (Razafimbelo *et al.*, 2006; Ng Cheong, Kwong dan Preez, 2008; Blum *et al.*, 2012). Graham, Haynes, dan Meyer (2002) mengaplikasikan seresah sisa panen tanaman dan pupuk terhadap kandungan BOT pada lahan tebu di Edgcombe, Afrika Selatan. Perlakuan yang dikasi adalah pembakaran lahan tebu pra-panen (BTO), pembakaran partial, seresah sisa panen dibiarkan di permukaan tanah (Bt), dan pemanenan batang tebu yang selanjutnya seresah tersebut dibiarkan di lahan (T). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan BOT *top soil* (lapisan 10 cm) meningkat dengan meningkatnya masukan seresah sisa tanaman ($\text{BTO} < \text{Bt} < \text{T}$) dan aplikasi pupuk setiap tahun juga meningkatkan kandungan BOT.

Penelitian di Afrika Selatan menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik ke tanah-tanah tebu dapat meningkatkan kandungan BOT dan memperbaiki agregat tanah. Hasil-hasil penelitian ini di Australia (Sutton *et al.*, 1996) menunjukkan bahwa seresah sisa panen yang tidak dibakar akan mempengaruhi produktivitas tebu yang lebih tinggi, hal ini berkaitan dengan aktivitas mikroba tanah yang tinggi. Hasil-hasil penelitian lain menunjukkan bahwa budidaya tebu dapat menurunkan bahan organik tanah dalam jangka panjang (Wood, 1985; Van Antwerpen dan Meyer, 1996; Haynes dan Hamilton, 1999; Dominy, Haynes dan Van Antwerpen, 2001; Dominy, Haynes dan van Antwerpen, 2002).

6. Ketersediaan N tanah

Pengelolaan N tanah dalam budidaya tanaman tebu dilakukan dengan pemupukan N untuk menambahkan N ke dalam tanah. Aplikasi bahan organik yang mengandung N seperti pupuk hijau, pupuk kandang, kompos, dan biomassa seresah sisa panen, limbah yang kaya N, atau aplikasi bahan pembenah tanah untuk memperbaiki kualitas tanah dan aktivitas mikroba tanah dekomposer bahan organik tanah (Basanta *et al.*, 2003; Gradiz *et al.*, 2007; Elsayed *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2010; Holst *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2013).

Hasil penelitian Shukla *et al.*, (2008) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang (FYM) yang diperkaya dengan agen hayati *Trichoderma viridae* dan *Gluconacetobacter diazotrophicus* dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah (dari 14,78 Mg/ha menjadi 19,44 Mg/ha) dan meningkatkan kandungan N dalam tanah (dari 204 kg N ha⁻¹ menjadi 260 g N ha⁻¹) pada kondisi budidaya tebu yang dipupuk N saja. Aplikasi pupuk kandang yang diperkaya bioagen ini dapat meningkatkan porositas tanah dan mengurangi pemadatan tanah pada budidaya tebu. Inokulasi pupuk kandang dengan agen hayati ternyata mampu meningkatkan populasi bakteri ammonifikasi dan nitrifikasi dalam tanah. Pupuk kandang yang diperkaya agen hayati (*Trichoderma* dan *Gluconacetobacter*) meningkatkan hasil tebu ratoon (70,2 Mg ha⁻¹) dan hasil gula (7,93 Mg ha⁻¹) dibandingkan dengan kontrol (62 Mg ha⁻¹ dan 7,06 Mg ha⁻¹).

7. Ketersediaan P tanah

Faktor-faktor intrinsik seperti drainase tanah, tekstur tanah, dan kecuraman lereng berdampak pada proses N-transport dan N-transformasi yang membatasi ketersediaan N bagi tanaman atau menyebabkan kehilangan N-tanah. Faktor-faktor lainnya seperti curah hujan dan suhu udara; dan kondisi lokasi seperti kelembaban tanah, aerasi tanah (kadar oksigen), dan kandungan garam (konduktivitas listrik/EC) mempengaruhi tingkat mineralisasi N dari dekomposisi bahan organik, siklus nitrogen, dan kehilangan nitrogen melalui pencucian, limpasan, atau denitrifikasi. Bahan organik terurai melepaskan N lebih cepat pada kondisi iklim lembab yang hangat dan lebih lambat di iklim kering yang dingin. Pelepasan N ini juga lebih cepat pada tanah-tanah yang aerasinya bagus dan jauh lebih lambat pada tanah-tanah basah.

Nitrogen dengan mudah dapat ke luar dari zona akar dalam bentuk N-nitrat. Potensi pencucian tergantung pada tekstur tanah dan kandungan air tanah. Air bergerak lebih cepat melalui ruang pori besar di tanah berpasir daripada melalui pori-pori mikro di tanah liat dan kapasitas menahan air jauh lebih rendah di tanah berpasir, membuat mereka sangat rentan kehilangan N-tanah. Tanah yang memiliki drainase buruk dan tergenang atau jenuh dengan air menyebabkan denitrifikasi terjadi, sehingga hilangnya N sebagai emisi gas rumah kaca, pengurangan hasil tanaman dan peningkatan biaya pupuk N.

Bakteri nitrifikasi mengubah bentuk nitrogen tanah yang paling reduktif (amonia) menjadi bentuk yang paling teroksidasi, N-nitrat. Hal ini penting untuk fungsi ekosistem tanah, dalam mengendalikan kehilangan nitrogen tanah melalui pencucian dan denitrifikasi nitrat. Bakteri Nitrifier juga berkontribusi pada proses penting lainnya, termasuk produksi nitrous oxide, oksidasi metana, degradasi senyawa organik, dan oksidasi karbon monoksida. Pengembangan teknik berlabel-¹⁵N telah meningkatkan kemampuan analisis secara signifikan untuk mempelajari transformasi N-tanah, sedangkan teknik molekuler sekarang memungkinkan karakterisasi struktur komunitas bakteri nitrifier tanah dan perubahan komposisi spesies.

Faktor-faktor manajemen pemupukan, seperti dosis-N, sumber N, metode penempatan pupuk N, waktu aplikasi pupuk; manajemen irigasi, manajemen residu/seresah sisa panen, jenis tanaman, semuanya dapat mempengaruhi seberapa efisien pupuk N dapat dimanfaatkan oleh tanaman dan jumlah kehilangan N. Pengelolaan nitrogen pada tanah berpasir sangat penting karena tingginya potensi kehilangan pencucian. Memilih dosis pupuk N yang tepat adalah pertimbangan manajemen yang utama. Namun demikian, sumber nitrogen, waktu aplikasi N yang sinkron dengan serapan tanaman, dan metode aplikasi seperti menyuntikkan N untuk menghindari kehilangan N juga penting. Langkah-langkah manajemen yang meningkatkan bahan organik tanah dan menghindari pemadatan tanah juga penting untuk menstabilkan pasokan N tanaman, memperbaiki aerasi tanah, dan membatasi kehilangan N karena denitrifikasi yang terjadi dalam tanah-tanah jenuh air.

Pengelolaan N tanah dalam budidaya tanaman tebu dilakukan dengan pemupukan N untuk menambahkan N ke dalam tanah. Aplikasi bahan organik yang

mengandung N seperti pupuk hijau, pupuk kandang, kompos, dan biomassa seresah sisa panen, limbah yang kaya N, atau aplikasi bahan pembenah tanah untuk memperbaiki kualitas tanah dan aktivitas mikroba tanah dekomposer bahan organik tanah (Basanta *et al.*, 2003; Gradiz *et al.*, 2007; Elsayed *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2010; Holst *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2013).

Hasil penelitian Shukla *et al.*, (2008) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang (FYM) yang diperkaya dengan agen hayati *Trichoderma viridae* dan *Gluconacetobacter diazotrophicus* dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah (dari 14,78 Mg/ha menjadi 19,44 Mg/ha) dan meningkatkan kandungan N dalam tanah (dari 204 kg N ha⁻¹ menjadi 260 g N ha⁻¹) pada kondisi budidaya tebu yang dipupuk N saja. Aplikasi pupuk kandang yang diperkaya bioagen ini dapat meningkatkan porositas tanah dan mengurangi pemadatan tanah pada budidaya tebu. Inokulasi pupuk kandang dengan agen hayati ternyata mampu meningkatkan populasi bakteri amonifikasi dan nitrifikasi dalam tanah. Pupuk kandang yang diperkaya agen hayati (*Trichoderma* dan *Gluconacetobacter*) meningkatkan hasil tebu ratoon (70,2 Mg ha⁻¹) dan hasil gula (7,93 Mg ha⁻¹) dibandingkan dengan kontrol (62 Mg ha⁻¹ dan 7,06 Mg ha⁻¹).

Penilaian efisiensi penggunaan nitrogen (NUE) oleh tanaman tebu biasanya belum memasukkan kontribusinya, efisiensi penyerapan nitrogen (NtE) dan efisiensi pemanfaatan nitrogen (NUtE). Penelitian Hajari, Snyman dan Watt (2017) dilakukan untuk menentukan nilai-nilai ini, berdasarkan kandungan biomassa dan nitrogen tanaman (N), dalam dua genotipe tanaman tebu. Perlakuan meliputi enam rezim N, dengan nitrat (NO₃-N) atau amonium (NH₄⁺) diberikan sendiri, atau sebagai N-NO₃⁻ untuk 6 minggu pertama dan kemudian N-NH₄⁺ hingga panen, masing-masing dengan dosis 4 atau 20 mM. Terlepas dari bentuk N, NUE lebih tinggi pada 4 mN daripada 20 mM, karena NUpE signifikan lebih tinggi pada dosis N yang rendah. Hasilnya menunjukkan bahwa ada penyerapan N mewah dan preferensi untuk N-NH₄⁺, yang menghasilkan NUE tertinggi. Ada perbedaan signifikan di antara genotipe tebu dalam hal biomassa, parameter pertumbuhan morfologi, serapan N, N-total tanaman dan NUE (Hajari, Snyman dan Watt, 2017).

Rekomendasi dosis pupuk nitrogen (N) tanaman tebu biasanya didasarkan pada umur tanaman dan jenis tanah. Pemupukan biasanya dilakukan hingga dua

bulan sebelum serapan N cepat oleh tanaman tebu. Penelitian Lofton dan Tubaña (2015) dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh dosis N dan waktu aplikasinya pada hasil dan kualitas tebu. Perlakuan yang dicobakan mencakup empat dosis N yang berbeda (0, 45, 90, dan 135 kg N ha⁻¹) dan empat waktu aplikasi yang berbeda (pertengahan April, akhir April, pertengahan Mei, dan akhir Mei) dirancang dalam split-plot desain dengan waktu aplikasi sebagai plot utama dan dosis N sebagai sub-plot. Dua dari tiga situs menunjukkan efek positif yang signifikan dari dosis N pada hasil tebu. Lebih lanjut, dosis N kritis berkisar 40-60 kg N ha⁻¹ untuk tahun-tahun responsif, dosis ini lebih rendah dari rekomendasi dosis N yang berlaku. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemupukan N dapat ditunda dalam periode musim tanam tebu (Lofton dan Tubaña, 2015).

8. Ketersediaan P tanah

Hara P sangat penting bagi tanaman tebu, yaitu untuk pertumbuhan akar, pemanjangan batang, kualitas tebu dan hasil gula. Efisiensi pupuk fosfat biasanya agak rendah karena sebagian P tersedia dalam pupuk setelah diaplikasikan ke tanah akan diikat oleh komponen tanah menjadi bentuk P tidak tersedia. Solusi untuk mengatasi kendala fiksasi dan retensi fosfat dalam tanah telah dipelajari oleh para peneliti (Richardson, 1985; Nair, Graetz dan Reddy, 1998; Nair dan Graetz, 2002; Nair dan Harris, 2004; Allen *et al.*, 2006; Pizzeghello *et al.*, 2011; Yan *et al.*, 2013; Yan *et al.*, 2017).

Hasil tebu maksimum sebesar 76 ton/ha dicapai pada tanah yang kaya P tersedia, sedangkan pada tanah yang miskin P tersedia hasil tebu hanya 53 ton/ha. Kandungan P tersedia yang terlalu tinggi dapat menekan penyerapan Zn dan Cu oleh tanaman tebu. Kandungan P tersedia dalam tanah yang dianggap optimum adalah 11-17 mg P₂O₅/100g tanah, ditinjau dari hasil tebu dan gula (Matin *et al.*, 1997). Produktivitas tebu dapat ditingkatkan dengan pemupukan P yang dikombinasikan dengan N, K, S, dan Zn. Perbaikan ketersediaan P tanah dapat meningkatkan hasil tebu hingga 31% lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi kontrol. Aplikasi pupuk P dapat merangsang pertumbuhan akar tebu, merangsang tumbuhnya anakan, memengaruhi pertumbuhan tebu yang dapat digiling, dan meningkatkan hasil tebu per hektar. Sekitar 10-20% dari pupuk P yang

diaplikasikan ke tanah dapat dimanfaatkan oleh tanaman tebu dalam satu musim tanam (Bakhtiar dan Sakurai, 2003).

Aplikasi batuan fosfat dilakukan pada saat awal tanam pertama tebu dengan dosis 125, 250, 500 P_2O_5 kg/ha sebagai pupuk dasar. Peningkatan hasil tebu tahun pertama terjadi pada dosis batuan fosfat lebih dari 250 kg P_2O_5 ha⁻¹. Efek residu batuan fosfat pada tanaman tebu tahun kedua dan ketiganya terjadi pada aplikasi dengan dosis 500 P_2O_5 kg/ha. Aplikasi batuan fosfat ternyata cukup efektif bagi tanaman tebu pada tahun pertama, tetapi juga memiliki efek residu yang bagus pada tahun ke dua dan ke tiga (Wu *et al.*, 2001;).

Teknologi pemupukan fosfat pada tanaman tebu, baik sebagai pupuk tunggal maupun pupuk majemuk, telah banyak dipelajari oleh para peneliti dengan hasil yang bervariasi (Chaudhery dan Chatta, 2000; Gurmani, Bakhsh dan Rasool, 2003; Patel *et al.*, 2004; El-Sayed, Osman dan Ahmed, 2005; Khan *et al.*, 2005; Chohan *et al.*, 2013; Vasconcelos *et al.*, 2014; Soomro *et al.*, 2014; Caione *et al.*, 2015; de Sousa *et al.*, 2015; Hussain *et al.*, 2017).

9. Ketersediaan K tanah

Kalium dalam tanah berada di beberapa 'cadangan' yang memiliki aksesibilitas berbeda ke akar tanaman, sehingga ketersediaannya berbeda-beda. Berbagai macam cadangan K-tanah terdiri dari: K dalam larutan tanah, K dapat ditukar, K 'difiksasi', dan K-struktural. Bentuk K-tukar adalah K yang terjerap ke permukaan partikel tanah oleh gaya elektrostatis ke muatan negatif yang membentuk kapasitas pertukaran kation tanah. Bentuk K-terfiksasi adalah K yang dipegang di antara kisi-kisi mineral liat 'tipe-mengembang' seperti illites dan vermiculites (Syers, 1998). K-Struktural adalah kalium yang menjadi komponen mineral primer seperti feldspars atau mineral sekunder seperti alunite (Sparks dan Huang, 1985). Berbagai cadangan K-tanah ini berada dalam kesetimbangan satu sama lain, tetapi tingkat pencapaian keseimbangan ini bervariasi di antara cadangan K. Bentuk K-tukar dan K-larut berada dalam keseimbangan yang sangat dinamis, karena perubahan salah satu bentuk akan menyebabkan perubahan seketika pada bentuk K yang lain. Pengisian K-tukar dari cadangan "K-aktif" tergantung pada kisi-kisi mineral liat yang dapat mengembangkan, sehingga K yang berada di antara kisi-kisi Kristal mineral liat tersebut dapat bergerak ke dalam larutan atau ke tempat

pertukaran yang berada di permukaan luar mineral liat. Di antara faktor-faktor lain, ternyata tingkat pergerakan kalium ini tergantung pada kandungan air tanah (kisi mineral liat mengembang karena peningkatan kadar air tanah (Mehta *et al.*, 1992) dan suhu (suhu yang lebih tinggi mendukung pengembangan kisi mineral liat (McLean dan Watson, 1985). Pelepasan 'K-struktural' tergantung pada tingkat pelarutan mineral primer dan mineral sekunder, dan tergantung pada produk dari aktivitas K dan unsur-unsur lain dalam larutan tanah.

Ketersediaan K bagi tanaman meningkat dengan meningkatnya kadar air tanah (Kuchenbuch, Claassen dan Jungk, 1986). Hal ini telah dibuktikan dalam kondisi lapangan oleh van der Paauw (1958) dan Claassen, Syring dan Jungk (1986). Kuchenbuch dan Jungk (1982) menunjukkan bahwa rendahnya tingkat kelembaban tanah mengurangi pertumbuhan akar dan laju aliran kalium per satuan panjang akar tanaman bawang. Mobilitas kalium di dalam tanah menurun dengan berkurangnya kelembaban tanah. Oleh karena itu diasumsikan bahwa kandungan air tanah mempengaruhi tingkat penyerapan kalium melalui pengaruhnya terhadap pengangkutan (pergerakan) kalium dari tanah ke permukaan akar.

Kalium dalam tanaman tebu bersifat *mobile*. Gejala awal defisiensi K muncul pada daun-daun tua. Gejala ini akan mengurangi luas daun hijau sehingga mereduksi kemampuan fotosintesis. Tanaman tebu yang mengalami defisiensi K tidak mampu berfotosintesis dengan baik apabila kadar K mencapai 0,40% K atau kurang. Respon tebu terhadap pemupukan kalium sangat tergantung pada ketersediaan kalium dalam tanah. Tanaman tebu mempunyai kemampuan yang kuat untuk menyerap kalium dari dalam tanah. Aplikasi pupuk K dapat meningkatkan hasil tebu dan rendemennya apabila tanahnya mengandung kalium kurang dari 102 ppm. Dosis optimum pupuk K sekitar 140 kg/ha dapat meningkatkan hasil gula sekitar 2,8 ton/ha. Aplikasi pupuk N dan K mampu meningkatkan hasil gula pada lahan tebu yang miskin K (Perez dan Melgar, 2000).

Rathore *et al.*, (1996), Akhtar *et al.*, (2000), dan Gawander *et al.*, (2004) juga mencatat bahwa hasil gula yang lebih tinggi dengan pemupukan K harus memperhatikan hal-hal berikut:

- a. Nilai kritis K tersedia dalam tanah, tanah pasir 46,2 mg/kg; tanah lempung 51,4 mg/kg; dan tanah liat 60 mg/kg.

- b. Setiap hektar tanaman tebu menyerap sekitar 100,91-315,28 kg K_2O atau setiap ton tebu menyerap K_2O 1,98-2,71 kg.
- c. Efisiensi pemupukan kalium tanaman tebu adalah 29,4-40,6%.
- d. Serapan kalium tanaman tebu pada berbagai fase pertumbuhan, yaitu fase kecambah 4,2%; fase pembentukan anakan 13,7%; fase vegetatif awal 32,8%; fase pertumbuhan lanjut 41,2%; dan fase pemasakan 8,1%.
- e. Kecepatan penyerapan kalium pada fase pertumbuhan awal adalah $100 \text{ g day}^{-1} \text{ hm}^2$ pada tanaman yang dipupuk NPK.
- f. Kecepatan penyerapan kalium pada fase pertumbuhan vegetatif adalah $21,80 \text{ g day}^{-1} \text{ hm}^2$.
- g. Intensitas penyerapan kalium tanaman tebu dapat menurun menjadi $250 \text{ g day}^{-1} \text{ hm}^2$ pada fase pemasakan.

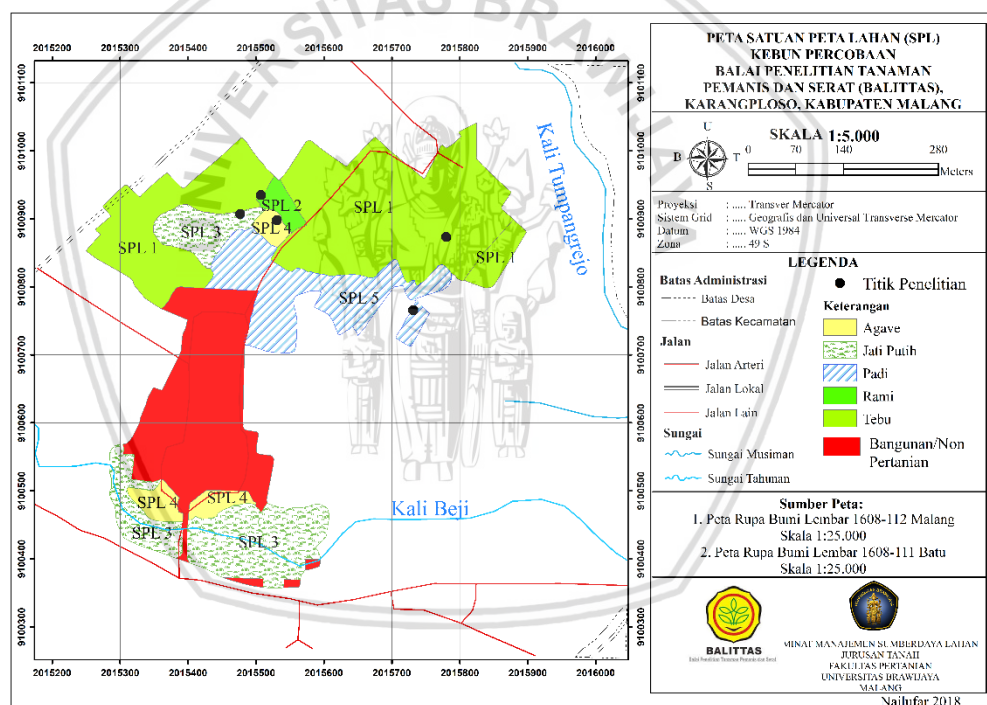
10. Kelerengan dan bahaya erosi tanah

Budidaya tebu di lahan miring dengan curah hujan tinggi dapat menyebabkan erosi tanah. Hilangnya material tanah dan penurunan hasil tebu pada lahan yang bergelombang menjadi perhatian bagi industri gula. Beberapa tahun terakhir, petani tidak hanya meninggalkan praktek pengelolaan yang baik untuk melestarikan tanah, tetapi juga membersihkan jalur rumput vetiver. Sehingga mempercepat hilangnya lapisan *topsoil* yang menyebabkan degradasi tanah dengan pembakaran seresah sisa panen, berdampak pada hasil tebu yang menurun lebih cepat (Ram *et al.*, 2007). Penanaman tebu searah kontur, mulsa seresah tebu, dan tanaman pagar akar wangi dapat mengurangi erosi tanah dan mempertahankan produksi tebu yang dapat memberikan keuntungan ekonomi yang stabil bagi petani tebu.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Karangploso, Kabupaten Malang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2017 sampai dengan bulan April 2018. Kegiatan analisis spasial dan pemetaan dilakukan di Laboratorium Sistem Informasi Geografis Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. Kegiatan dalam penelitian meliputi kegiatan survei lapang, pengamatan morfologi, dan deskripsi tanah. Kegiatan Analisis Laboratorium dilakukan di laboratorium kimia dan fisika, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian.



Gambar 1. Satuan Peta Lahan Kebun Percobaan BALITTAS

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, laptop untuk mengolah data; cangkul dan sekop untuk menggali profil/minipit; survei set untuk deskripsi morfologi tanah di lapangan; GPS sebagai alat bantu dalam menentukan titik koordinat titik pengamatan; seperangkat alat analisis fisika dan kimia untuk menganalisis sifat fisika dan kimia tanah.

Adapun bahan yang digunakan adalah *software* ArcGIS 10.1 dan Google Earth Pro untuk mengolah data, Peta Rupa Bumi Lembar 1608-112 Malang Skala 1:25.000 dan Peta Rupa Bumi Lembar 1608-111 Batu Skala 1:25.000 sebagai bahan membuat peta satuan peta lahan kebun percobaan BALITTAS; Peta Geologi Lembar Malang, Jawa skala 1:100.000, dan Digital Elevation Model SRTM 30 m Malang untuk membuat peta lereng; data curah hujan sepuluh tahun terakhir (tahun 2008-2017) Stasiun Klimatologi Karangploso Malang; buku petunjuk teknis survei terkait pengamatan untuk acuan deskripsi morfologi tanah di lapangan; lembar pengamatan sebagai pengamatan fisiografi; sampel tanah tiap horizon untuk dianalisis sifat fisika dan kimia tanah.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode survei lapang untuk melakukan pengamatan fisiografi dan deskripsi morfologi tanah. Metode dalam penilaian kesesuaian lahan menggunakan metode *matching*, yaitu dengan mencocokkan data karakteristik lahan yang diperoleh di lapangan dan analisis laboratorium dengan kriteria kesesuaian tanaman tebu.

3.3.1. Tahap Persiapan (pra-survei)

Tahap persiapan meliputi perizinan penelitian, pengolahan data dan persiapan peta dasar untuk pembuatan peta survei. Perizinan penelitian ini meliputi membuat surat izin lokasi untuk dijadikan sebagai tempat penelitian. Pembuatan peta dilakukan dengan membuat SPL berdasarkan tutupan lahan yang berada di lokasi pengamatan (Tabel 4). Masing-masing unit lahan (SPL) diwakili oleh satu titik pengamatan yang dilakukan pengamatan fisiografi dan deskripsi morfologi tanah sebagai tahapan identifikasi sifat tanah di lahan tersebut. Penentuan titik perwakilan dilakukan dengan *justified sampling*, yaitu menentukan titik yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Titik Pengamatan

SPL	Tutupan Lahan	Luas (ha)
1	Tebu	8
2	Rami	0,24
3	Jati putih	3,31
4	Agave	0,71
5	Padi	2,47

3.3.2. Tahap Survei dan Analisis Laboratorium

Tahap survei ini dilakukan dengan mengamati fisiografi lahan, deskripsi morfologi dan klasifikasi tanah di lapang. Pengamatan fisiografi lahan dan deskripsi profil/minipit tanah didasarkan pada Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada seluruh horizon yang didapatkan di lapang. Pengambilan sampel tanah berdasarkan pada buku Deskripsi Profil di Lapang (Rayes, 2006). Sampel tanah tersebut digunakan untuk analisis fisika dan kimia di laboratorium. Macam analisis tanah yang dilakukan adalah sebagai berikut (Tabel 5).

Tabel 2. Analisis sifat fisik dan kimia tanah

No	Jenis Analisis	Metode
1	Tekstur tanah	Pipet
2	pH H ₂ O	pH meter
3	KTK tanah	Destilasi kjeldahl dengan pengestrak NH ₄ OAc
4	C-organik	Walkey and black
5	K tersedia, Na	Flamephotometer
6	P tersedia	Bray
7	N total	Kjeldahl
8	Ca, Mg	Titration EDTA
9	Kejenuhan basa	$\sum (Ca, Mg, K, Na)/KTK \times 100\%$

3.3.3. Metode Evaluasi Lahan

Evaluasi kesesuaian lahan tanaman tebu di Kebun Percobaan Balittas dilakukan dengan evaluasi lahan secara fisik. Evaluasi kesesuaian lahan dilakukan dengan membandingkan kualitas/karakteristik lahan dengan persyaratan tumbuh tebu yang mengacu pada Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian (Ritung dkk, 2011). Sedangkan kualitas/karakteristik lahan ditentukan melalui survei tanah di lapang dan analisis laboratorium. Evaluasi kesesuaian lahan tanaman tebu dilakukan dengan metode *matching* (mencocokkan) data tanah dan fisik lingkungan dengan tabel kesesuaian lahan berdasarkan persyaratan penggunaan lahan tanaman tebu. Informasi spasial akan dicocokkan dengan masing-masing kelas kesesuaian yang diperoleh dari hasil inventarisasi data survei lapang. Data tersebut diolah dengan menggunakan bantuan *software* ArcGIS 10.1 yang digunakan untuk membuat peta kesesuaian lahan tanaman tebu.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Lahan Masing-Masing Satuan Peta Lahan

Kualitas lahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur, ketersediaan air, ketersediaan air, ketersediaan oksigen, media perakaran, retensi hara, ketersediaan hara, bahaya erosi, dan penyiapan lahan. Kriteria penilaian sifat kimia tanah didasarkan pada ketentuan penilaian hasil analisis tanah (Balittanah, 2009).

4.1.1. Satuan Peta Lahan (SPL) 1

Bentuk lahan pada SPL 1 adalah dataran alluvial yang memiliki kelereng 1% dengan bahaya erosi sangat ringan. Pada SPL 1, kedalaman tanah > 75 cm dengan tekstur liat berdebu pada lapisan atas. Drainasenya tergolong agak lambat. Tidak ditemukan adanya batuan di permukaan maupun singkapan batuan. Tanah di SPL 1 memiliki nilai KTK tanah 35,87 cmol/kg (tinggi), KB senilai 35,17% (rendah), pH senilai 5,8 (agak masam), C-organik senilai 1,48% (rendah). Kandungan hara tersedia meliputi N total sebesar 0,11% (rendah), P₂O₅ sebesar 8,4 ppm (sangat rendah), dan K₂O sebesar 0,59 cmol/kg (sedang).

4.1.2. Satuan Peta Lahan (SPL) 2

Bentuk lahan pada SPL 2 adalah dataran alluvial yang memiliki kelereng 5% dengan bahaya erosi sangat ringan. Kedalaman tanah pada SPL 2 adalah > 75 cm dengan tekstur lempung liat berdebu pada lapisan atas. Drainase tergolong sedang. Tidak ditemukan adanya batuan di permukaan maupun singkapan batuan. Tanah di SPL 2 memiliki nilai KTK tanah 23,09 cmol/kg (sedang), KB senilai 48,53% (sedang), pH senilai 5,4 (masam), C-organik senilai 1,5% (rendah). Kandungan hara tersedia meliputi N total sebesar 0,12% (rendah), P₂O₅ sebesar 3,14 ppm (sangat rendah), dan K₂O sebesar 0,65 cmol/kg (tinggi).

4.1.3. Satuan Peta Lahan (SPL) 3

Bentuk lahan pada SPL 3 adalah dataran alluvial yang memiliki kelereng 3% dengan bahaya erosi ringan. Kedalaman tanah pada SPL 3 adalah > 75 cm dengan tekstur liat berdebu pada lapisan atas. Drainase tergolong agak lambat. Tidak ditemukan adanya batuan di permukaan maupun singkapan batuan. Tanah di

SPL 3 memiliki nilai KTK tanah 43,68 cmol/kg (tinggi), KB senilai 38,8% (rendah), pH senilai 5,9 (agak masam), C-organik senilai 2,8% (sedang). Kandungan hara tersedia meliputi N total sebesar 0,21% (sedang), P₂O₅ sebesar 7,83 ppm (sangat rendah), dan K₂O sebesar 0,51 cmol/kg (sedang).

4.1.4. Satuan Peta Lahan (SPL) 4

Bentuk lahan pada SPL 4 adalah dataran alluvial yang memiliki kelerengan 3% dengan bahaya erosi sangat ringan. Kedalaman tanah pada SPL 4 adalah > 75 cm dengan tekstur liat berdebu pada lapisan atas. Drainasenya tergolong agak lambat. Tidak ditemukan adanya batuan di permukaan maupun singkapan batuan. Tanah di SPL 4 memiliki nilai KTK tanah 38,19 cmol/kg (tinggi), KB senilai 28,38% (rendah), pH senilai 5,2 (masam), C-organik senilai 1,6% (rendah). Kandungan hara tersedia meliputi N total sebesar 0,108% (sangat rendah), P₂O₅ sebesar 1,57 ppm (sangat rendah), dan K₂O sebesar 0,19 cmol/kg (rendah).

4.1.5. Satuan Peta Lahan (SPL) 5

Bentuk lahan pada SPL 5 adalah dataran alluvial yang memiliki kelerengan 1% dengan bahaya erosi sangat ringan. Pada SPL 5, kedalaman tanah > 75 cm dengan tekstur liat pada lapisan atas. Drainasenya tergolong agak lambat. Tidak ditemukan adanya batuan di permukaan maupun singkapan batuan. Tanah di SPL 5 memiliki nilai KTK tanah 34,46 cmol/kg (tinggi), KB senilai 48,33% (rendah), pH senilai 6,1 (agak masam), C-organik senilai 1,52% (rendah). Kandungan hara tersedia meliputi N total sebesar 0,09% (sangat rendah), P₂O₅ sebesar 3,13 ppm (sangat rendah), dan K₂O sebesar 0,15 cmol/kg (rendah).

4.2. Penilaian Kelas Kesesuaian Lahan Tanaman Tebu

Faktor pembatas yang dipergunakan dalam menilai kesesuaian lahan untuk tanaman tebu, adalah:

1. Temperatur. Suhu udara berkaitan dengan pertumbuhan dan produktivitas tebu. Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman tebu adalah 24-30°C. Dari analisis data sekunder menunjukkan bahwa di daerah penelitian memiliki suhu rata-rata 23,6°C yang masuk ke dalam kelas kesesuaian lahan S2.
2. Ketersediaan air. Hasil pengolahan data curah hujan selama periode 10 tahun antara tahun 2008-2017 dari stasiun klimatologi Karangploso, menunjukkan

bahwa daerah penelitian memiliki curah hujan yang optimal untuk tanaman tebu, yaitu antara 1633 mm/tahun. Curah hujan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu dan rendemen. Bila pada masa/periode pemasakan tebu terdapat banyak hujan, maka penyerapan air akan terlalu tinggi sehingga menyebabkan rendemen rendah. Sedangkan bila pada waktu penanaman kekurangan air maka pertumbuhan tanaman tebu akan lambat dan jumlah tunas/anakan akan berkurang.

3. Ketersediaan oksigen dipengaruhi oleh drainase. Kondisi drainase tanah yang ideal untuk pertumbuhan tanaman tebu adalah baik hingga agak terhambat. Daerah yang memiliki kondisi drainase baik maka peredaran udara juga baik. Pada SPL 1, 3, 4, dan 5 drainase agak terhambat. Sedangkan pada SPL 2 drainasenya sedang.
4. Media perakaran. Media perakaran yang menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman tebu adalah: (a). Tekstur tanah. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa SPL 1, 3, 4, dan 5 memiliki tekstur halus dan SPL 2 agak halus (lempung liat berdebu) yang masih sesuai dengan untuk mendukung tumbuhnya tanaman tebu. Tanah yang memiliki tekstur kasar dan berkerikil menjadikan tanaman tebu sulit untuk tumbuh dan berkembang. (b). Kedalaman tanah menunjukkan zona efektif yang dapat digunakan untuk pertumbuhan perakaran. Hasil di lapang menunjukkan bahwa di daerah penelitian memiliki solum yang dalam, lebih dari 30 cm.
5. Retensi hara. Kondisi retensi hara yang menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman tebu adalah: (a). Kapasitas Tukar Kation (KTK). Hasil analisis KTK pada SPL 1, 3, 4, dan 5 tergolong tinggi dan SPL 2 tergolong sedang. (b). Kejenuhan Basa. Tanaman tebu membutuhkan kejenuhan basa $> 50\%$ untuk pertumbuhan optimal (Djaenudin *et al.*, 2003). Kejenuhan basa pada SPL 2 tergolong sedang, sedangkan pada SPL 1, 3, 4, dan 5 tergolong rendah. (c). Derajat keasaman (pH). Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa pH tanah pada lokasi penelitian tergolong masam hingga agak masam, yakni berkisar antara 5,1-6,2. Kisaran pH ini sesuai untuk persyaratan tumbuh tanaman tebu. (d). C-organik. Karbon organik menunjukkan adanya bahan

organik dalam tanah. Kandungan C-organik pada lokasi penelitian tergolong sedang (SPL 3) hingga rendah (SPL 1, 2, 4, dan 5).

6. Hara tersedia. Kondisi hara tersedia yang menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman tebu adalah: (a). Nitrogen. Nitrogen total tanah menggambarkan kandungan seluruh nitrogen yang ada di maupun dalam bentuk yang masih menyatu sebagai senyawa organik. Kadar N pada setiap SPL tergolong sedang hingga sangat rendah. Kandungan N pada SPL 3 tergolong sedang, SPL 1 dan 2 tergolong rendah, dan SPL 4 dan 5 tergolong sangat rendah. Hal tersebut disebabkan karena unsur N mudah hilang dalam air drainase dan menguap. (b). Fosfor. Fosfor tersedia adalah unsur fosfor yang terdapat di dalam tanah dalam bentuk tersedia bagi tanaman serta dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk proses metabolisme. Kandungan P pada lokasi penelitian tergolong sangat rendah. Hal ini disebabkan karena pengaruh pH (kemasaman tanah). Akibatnya P terikat secara kimia dengan unsur lain sehingga sukar larut dalam air dan tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman tebu (Nurhananto dan Bambang, 2016). (c). Kalium. Kadar K pada SPL 2 tergolong tinggi, SPL 1 dan 3 tergolong sedang, SPL 4 dan 5 tergolong rendah.
7. Bahaya erosi. Kondisi bahaya erosi yang menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman tebu adalah: (a). Lereng. Hasil survei lapang menunjukkan bahwa di lokasi penelitian memiliki kemiringan lahan yang datar hingga agak landai.

4.3. Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Tebu

Evaluasi kesesuaian lahan menggunakan metode *matching* yang mengacu pada Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian (BBSDLP, 2011; Cherubin *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil *matching*, dari lima Satuan Peta Lahan (SPL) sebagai daerah perwakilan di lokasi penelitian, diperoleh hasil evaluasi kesesuaian lahan tanaman tebu adalah sesuai marjinal. Terdapat empat faktor pembatas pertumbuhan tanaman, yaitu: (a) N total (na1); (b) P₂O₅ Bray (na4); (c) K tersedia (na6); dan (d) Kejenuhan Basa (nr1).

Tabel 1. Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Tebu

SPL	Kelas Kesesuaian Lahan	Faktor Pembatas	Luas SPL (ha)
1	S3na4	Hara tersedia (P2O5)	8
2	S3na4	Hara tersedia (P2O5)	0,24
3	S3na4	Hara tersedia (P2O5)	3,31
4	S3nr2,na4, na6	Retensi hara (Kejenuhan Basa), Hara tersedia (P2O5 dan K tersedia)	0,71
5	S3na1, na4, na6	Hara tersedia (N total, P2O5, K tersedia)	2,47

Keterangan: S3 = Sesuai marjinal; na1 = N total; na4 = P2O5 Bray; na6 = K tersedia; dan nr2 = Kejenuhan basa

Kesesuaian lahan aktual adalah kesesuaian yang menunjukkan kondisi saat dilakukan evaluasi lahan tanpa adanya perbaikan guna mengatasi kendala atau faktor pembatas yang terdapat di suatu lahan (Rayes, 2006).

Hasil analisis yang dilakukan untuk menilai kelas kesesuaian lahan aktual bagi tanaman tebu (Tabel 6) secara garis besar termasuk sesuai marjinal (S3). Sesuai marjinal adalah lahan yang mempunyai pembatas berat yang dapat memengaruhi produktivitas dan memerlukan tambahan input yang lebih banyak. Untuk mengatasi faktor pembatas pada S3 diperlukan modal tinggi sehingga perlu bantuan atau *intervensi* pemerintah atau pihak swasta.

Kelas kesesuaian lahan aktual dengan faktor pembatas na4 menunjukkan kandungan P tersedia rendah. Fosfor (P) merupakan unsur hara kedua setelah nitrogen (N) yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Ketersediaan unsur P dalam tanah sangat ditentukan oleh sifat dan jenis tanah. Ketersediaan P dalam tanah salah satunya dipengaruhi oleh pH. Rendahnya pH pada lokasi penelitian ini menyebabkan P akan terikat oleh Fe ataupun Al sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Rendahnya pH ini disebabkan oleh tercucinya kation-kation basa yang terjadi dari lapisan atas ke lapisan lebih dalam yang akan meninggalkan kation-kation H^+ dan Al^{3+} di lapisan atas yang sangat berperan dalam kemasaman tanah (Hong, 2008). Pada pH kurang dari 5,5 Al berada dalam bentuk Al^{3+} . Berdasarkan bentuk tersebut, Al mempunyai kemampuan yang tinggi untuk mengikat anion-anion, misalnya P. Akibatnya, ketersediaan anion yang diikat menjadi terbatas.

Pada kondisi pH netral, kandungan P biasanya dalam kriteria tinggi. Hal tersebut dikarenakan kompleks pertukaran ion didominasi oleh kation – kation basa akibat adanya suasana pH netral sehingga pertukaran unsur hara cukup efektif karena pada pH netral, ketersediaan unsur hara menjadi optimal (Tan, 1991 dalam Prabowo, 2010). Beberapa hasil penelitian juga mengungkapkan bahwa pH tanah juga mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tebu (Abruna-Rodriguez dan Vicente-Chandler, 1967).

Faktor pembatas na1 menunjukkan bahwa kandungan N total termasuk dalam kategori rendah. Nitrogen merupakan hara makro utama yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Hara N dalam tanah bersifat *mobile* dan mudah mengalami perubahan bentuk (transformasi). N diserap tanaman dalam bentuk ion NO_3^- (Nitrat) atau NH_4^+ (Amonium) (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Tingginya rendahnya nitrogen yang tersedia di dalam tanah bagi tanaman sangat menentukan produksi tanaman. Penambahan nitrogen dalam bentuk organik maupun anorganik, sebagian besar akan memberikan peningkatan hasil tanaman dalam jumlah yang menunjang pertumbuhan tanaman. Rendahnya N diduga karena N hilang dengan mudah melalui pencucian atau penguapan.

Faktor pembatas na6 menunjukkan bahwa kandungan K tersedia pada lokasi penelitian rendah. Kalium (K) merupakan unsur hara ketiga setelah nitrogen (N) dan fosfor (P) yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak. Jumlah kalium yang diambil dari tanah oleh tanaman pada umumnya lebih tinggi dari pada fosfor. Rendahnya kandungan K tersedia dalam tanah dikarenakan oleh bahan induk dalam tanah yang miskin akan K, unsur hara yang ada didalam tanah telah diserap tanaman serta K tersedia sangat mudah larut dan terbawa oleh air. Kalium sendiri dalam keadaan alamiah biasanya memiliki ketersediaan yang rendah, dimana rendahnya kalium ini menurut Novizan (2002), dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa faktor antara lain pengambilan unsur kalium oleh tanaman, pencucian kalium oleh air, dan erosi.

Faktor pembatas nr2 menunjukkan bahwa kejenuhan basa di lokasi penelitian tergolong rendah. Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation (kation basa dan asam) yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Kejenuhan basa tanah sangat dipengaruhi

oleh pH, semakin tinggi pH maka semakin tinggi pula persen kejenuhan basanya. Semakin tinggi kejenuhan basa suatu tanah, semakin banyak basa-basa yang dapat disediakan oleh tanah tersebut dan demikian pula sebaliknya semakin rendah kejenuhan basa suatu tanah maka semakin rendah tingkat kesuburannya karena semakin sedikit basa-basa yang dapat disediakan oleh tanaman tersebut bagi tanaman (Hakim, 1986). Pada umumnya kation basa mudah tercuci sehingga tanah dengan kejenuhan basa tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur (Hardjowigeno, 1995).

4.4. Rekomendasi Agroekoteknologi Tebu

Upaya meningkatkan kesesuaian lahan aktual menjadi kesesuaian lahan potensial dibutuhkan beberapa perbaikan pada kualitas lahan sehingga kelas kesesuaian lahan dapat meningkat. Kelas kesesuaian lahan potensial adalah kesesuaian lahan yang dihasilkan pada kondisi lahan yang telah diberikan masukan perbaikan yang menyesuaikan jenis faktor pembatas.

Hasil setelah dilakukan evaluasi, dapat diketahui bahwa yang merupakan faktor pembatas adalah unsur hara P, N, dan K. Sehingga upaya yang dapat dilakukan adalah penyediaan unsur hara tanah dalam jumlah yang mencukupi bagi tanaman tebu (Anderson, 1990).

Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemupukan P dengan takaran tinggi sangat diperlukan bila P tersedia rendah. Ketersediaan P-organik bagi tanaman dipengaruhi oleh aktivitas mikroba rhizosfir dan agen-agen hayati lainnya seperti mikroba (Surendran dan Vani, 2013). Mikroorganisme mampu meningkatkan ketersediaan P untuk tanaman melalui mineralisasi P organik di tanah dan membantu melarutkan fosfat (Chen *et al.*, 2006; Kang *et al.*, 2002; Pradhan dan Sukla, 2005). Diantara seluruh populasi mikrobial di tanah, 1–50% mikroorganisme yang potensial adalah bakteri pelarut fosfat (BPF), sedangkan jamur pelarut fosfat (JPF) hanya sekitar 0,1–0,5% (Chen *et al.*, 2006). Beberapa strain bakteri pelarut fosfat yang unggul dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, dan *Enterobacter*, sedangkan dari kelompok jamur adalah *Penicillium*, dan *Aspergillus* (Whitelaw, 2000). Bakteri pelarut fosfat memiliki kemampuan dalam melarutkan P organik menjadi bentuk fosfat terlarut yang dapat diserap oleh tanaman. Pada tanaman tebu, bakteri pelarut fosfat mampu

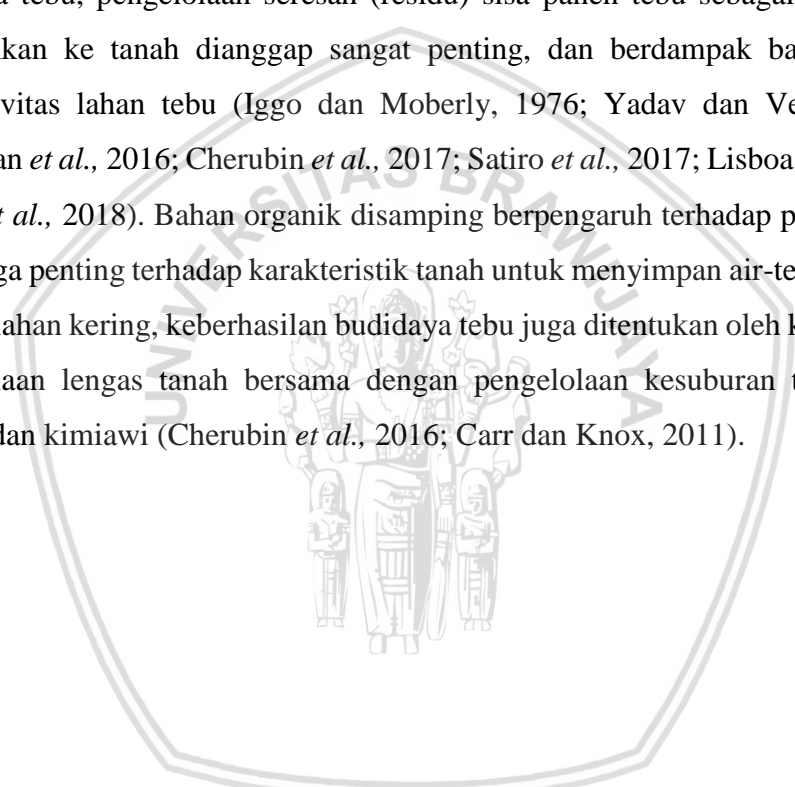
meningkatkan tinggi tanaman umur 3 bulan sebesar 5-15%. Populasi mikroorganisme pelarut fosfat juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti pH, kelembaban, dan suhu di areal tanaman tebu. Budiyanto (2010) menyatakan bahwa pH optimum yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme berkisar antara 6,5 (agak masam) - 7,5 (netral). Ardjasa (2000), menyatakan P yang diberikan melalui pupuk umumnya terfiksasi dan tertimbun dalam tanah, hanya sebagian kecil yang hilang melalui proses pencucian dan terangkut panen.

N lebih banyak (79%) berasal dari atmosfer, oleh karena itu sebagian besar N di dalam tanah dapat disediakan melalui penambahan pupuk. Optimalisasi penyerapan N oleh tanaman dan penekanan kehilangan N akibat transformasi dapat dilakukan dengan pemberian pupuk N dengan jumlah yang tepat yang didasarkan pada hasil perhitungan yang akurat. Salah satu teknologi yang dikembangkan untuk menghitung kebutuhan pupuk N bagi tanaman tebu adalah metode Nomograf (Kadarwati, 2016). Metode ini didasarkan pada nilai yang dihasilkan dalam analisis tanah pada contoh tanah tiap perwakilan SPL. Hasil analisisnya menunjukkan bahwa pada tanah dengan persentase N dengan kategori rendah maka direkomendasikan kebutuhan pupuk N sebesar 130-170 kg N/ha, sedangkan untuk kategori sangat rendah direkomendasikan sebesar 60-120 kg N/ha. Menurut Momose *et al.*, (2009), menyebutkan bahwa BNF (*Biological Nitrogen Fixation*) berpotensi tinggi untuk fiksasi nitrogen biologis dalam tebu. Kontribusi BNF dalam penyediaan hara N untuk pertanaman tebu sebesar 10-40% N tergantung pada budidaya dan ketersediaan mineral N dalam tanah. Penggunaan BNF dapat mengurangi pemupukan N anorganik.

Rendahnya K tersedia dapat dilakukan dengan pemupukan K pada tanah dengan bahan induk yang rendah dan pengaturan air irigasi pada penggunaan lahan kering. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mulsa di permukaan tanah setelah panen tebu dapat memperbaiki ketersediaan lengas tanah dan meningkatkan siklus hara K, yang pada akhirnya dapat mengurangi ancaman kekeringan (cekaman air) dan mengurangi dosis pemupukan K untuk tebu (Oliver dan Singles, 2015; Flores *et al.*, 2014).

Pemberian pupuk harus lengkap dan seimbang (pupuk organik dan anorganik), dan diikuti pula dengan pemberian kapur (kalsitik atau dolomitik) untuk

meningkatkan pH tanah, sehingga kation-kation yang bersifat basa dapat meningkat dan pada akhirnya dapat meningkatkan kejenuhan basa (KB) dan kandungan bahan organik tanah (Davidson, 1967; Golden, 1972; Yadav dan Prasad, 1992; Coale dan Schueneman, 1993) . Hal ini juga dapat dilihat dari hasil analisis laboratorium bahwa kandungan C-organik di lokasi penelitian tergolong “sedang” hingga “rendah”. Menurut Sudiarso (2007), keuntungan aplikasi bahan organik ialah dapat memelihara dan memperbaiki kesuburan tanah misalnya pemanfaatan sisa-sisa tanaman hasil panen pertanian, kotoran ternak, kompos, dan bokashi. Dalam budidaya tebu, pengelolaan seresah (residu) sisa panen tebu sebagai mulsa atau ditanamkan ke tanah dianggap sangat penting, dan berdampak baik terhadap produktivitas lahan tebu (Iggo dan Moberly, 1976; Yadav dan Verma, 1995; Surendran *et al.*, 2016; Cherubin *et al.*, 2017; Satiro *et al.*, 2017; Lisboa *et al.*, 2018; Junior *et al.*, 2018). Bahan organik disamping berpengaruh terhadap pasokan hara tanah juga penting terhadap karakteristik tanah untuk menyimpan air-tersedia. Pada kondisi lahan kering, keberhasilan budidaya tebu juga ditentukan oleh keberhasilan pengelolaan lahan tanah bersama dengan pengelolaan kesuburan tanah, fisik, biologi dan kimiawi (Cherubin *et al.*, 2016; Carr dan Knox, 2011).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah:

1. Evaluasi kesesuaian lahan tebu di lokasi penelitian, yaitu di Kebun Percobaan Balittas setelah dilakukan survei lapangan, analisis laboratorium, dan hasil *matching* diperoleh hasil bahwa kesesuaian lahan tebu termasuk kelas sesuai marginal (S3).
2. Terdapat empat faktor yang menjadi pembatas pertumbuhan tanaman tebu, yaitu: (a) N total (na1); (b) P₂O₅ Bray (na4); (c) K tersedia (na6); dan (d) Kejenuhan Basa (nr1). Terdapat lima SPL, yaitu SPL 1, 2, dan 3 termasuk kelas kesesuaian lahan S3 dengan faktor pembatas P₂O₅ Bray; SPL 4 termasuk kelas kesesuaian lahan S3 dengan faktor pembatas kejenuhan basa, P₂O₅, K₂O; dan SPL 5 termasuk kelas kesesuaian lahan S3 dengan faktor pembatas N total, P₂O₅ Bray, dan K₂O.
3. Upaya mempertahankan kesuburan lahan yang dapat dilakukan adalah pemberian pupuk N, P, K secara lengkap dan seimbang. Selain itu, dapat pula dilakukan dengan penambahan BNF (*Biological Nitrogen Fixation*) berpotensi tinggi untuk fiksasi nitrogen biologis dalam tebu, bakteri pelarut fosfat (BPF) yang memiliki kemampuan dalam melarutkan P organik menjadi bentuk fosfat terlarut yang dapat diserap oleh tanaman. Serta diikuti pula dengan pemberian kapur untuk meningkatkan reaksi pH tanah sehingga kation-kation yang bersifat basa dapat meningkat dan pada akhirnya dapat meningkatkan kejenuhan basa (KB). Selain itu, seresah sisa panen tebu (daun) dapat digunakan sebagai mulsa atau ditanamkan ke tanah sehingga dapat meningkatkan siklus hara dan ketersediaan lengas tanah.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan terhadap hasil penelitian ini adalah diperlukan adanya kriteria tambahan dan/atau modifikasi tentang evaluasi kesesuaian lahan tanaman tebu sehingga hasil yang didapatkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abruna-Rodriguez, F. and J. Vicente-Chandler. 1967. Sugarcane yields as related to acidity of a humid tropic Ultisol. *Agron. J.* 59:330-332.
- Akhtar, M., C. S. Rafiq, M. E. Akhtar, M. Z. Khan, dan B. Khurram. 2000. Effect of Varying Phosphorus and Potash Levels on Agronomic Traits and Productivity of Sugarcane. *Pak. J. Biol. Sci.*, 3(5): 852-853.
- Aguilar-Rivera, N., M. Algara-Siller, L.A. Olvera-Vargas, C. Michel-Cuello. 2018. Land Management in Mexican Sugarcane Crop Fields. *Land Use Policy*, 78: 763-780
- Alamilla-Magaña, J.C., E. Carrillo-Ávila, J.J. Obrador-Olán, C. Landeros-Sánchez, J. Vera-Lopez and J.F. Juárez-López. 2016. Soil Moisture Tension Effect on Sugar Cane Growth and Yield. *Agricultural Water Management*, 177: 264-273.
- Allen, S.C., V.D. Nair, D.A. Graetz, S. Jose and P.K.R. Nair. 2006. Phosphorus loss from organic versus inorganic fertilizers used in alley cropping on a Florida Ultisol. *Agriculture, ecosystems & environment*, 117(4): 290-298.
- Almeida, T.I.R., C.R. De Souza Filho and R. Rossetto. 2006. ASTER and Landsat ETM+ images applied to sugarcane yield forecast. *International Journal of Remote Sensing*, 27: 4057-4069.
- Anderson, D.L. 1990. A review: soils, nutrition, and fertility practices of the Florida sugarcane industry. *Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc.*, 49: 78-87.
- Apan, A., A. Held, S. Phinn and J. Markley. 2004. Detecting sugarcane "orange rust" disease using EI-1 Hyperion hyper-spectral imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 489-498
- Apan, A., A. Held, S. Phinn and J. Markley. 2003. Formulation and assessment of narrow-band vegetation indices from EO-1 Hyperion imagery for discriminating sugarcane disease. *Spatial Science*, 1-13.
- Ardjasa, W.S. 2000. Peranan mikroba penambat N dan pelarut P dari pupuk hayati E-2001 dalam meningkatkan efektivitas pupuk dan produktivitas padi sawah sistem Tabela dan TOT pada sawah irigasi. Makalah Seminar Nasional Pemanfaatan Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Ekoregional Sumatera-Jawa. Bandar Lampung, 22-23 Maret 2000.
- Balittanah. 2009. Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Basanta, M. V., D. Dourado-Neto, K. Reichardt, O. O. S. Bacchi, J.C.M Oliveira, P.C.O. Trivelin, L. C. Timm, T.T. Tominaga, V. Correchel, F. A. M. Cassaro, L. F. Pires and J. R. De Macedo. 2003. Management Effects on Nitrogen Recovery in a Sugarcane Crop Grown in Brazil. *Geoderma*, 116(1-2): 235-248.

- Bimbol, N. L., A. A. Adebayo, and E. H. Kwon-Ndung. 2006. Influence of Climatic Factors on The Growth and Yield of Sugarcane at Numan, Nigeria. *Climate Research*, 32: 247-252.
- Blackburn, F. 1984. *Sugarcane*. New York: Longman.
- Blum, J., U. Herpin, A. J. Melfi, and C. R. Montes. 2012. Soil Properties in a Sugarcane Plantation After The Application of Treated Sewage Effluent and Phosphogypsum in Brazil. *Agricultural Water Management*, 115(Dec): 203-216.
- Budiyanto. 2010. Pertumbuhan Mikroorganisme. Blog pendidikan biologi dalam <http://zaifbio.wordpress.com/category/mikrobiology/>, diakses pada 31 Juli 2018.
- Bokhtiar, S. M dan K. Sakurai. 2003. Sugarcane Response to Soil Phosphorus. *Better Crops International*, 17(1): 20-25.
- Bramely, R.G.V. 2007. Precision agriculture: An avenue for profitable innovation in the Australian sugar industry, or expensive technology we can do without? In *SRDC Technical Report 3/2007. Sugar Research and Development Corporation*, Brisbane.
- Caione, G., R.de Mello Prado, C.N.S.Campos, M.Rodrigues, P.S.Pavinato and F.B.Agostinho. 2015. Phosphorus Fractionation in Soil Cultivated with Sugarcane Fertilized by Filter Cake and Phosphate Sources. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(19): 2449-2459.
- Carr, M.K.V. and J.W. Knox. 2011. The Water Relations and Irrigation Requirements of Sugar cane (*Saccharum officinarum*): a review. *Experimental Agriculture*, 47 (1): 1-25.
- Chartres, C.J. 1981. Land Resources Assessment for Sugar-cane cultivation in Papua New Guinea. *Applied Geography*, 1(4): 259-271.
- Chaudhery, A.U. and F.A. Chatta. 2000. Determination of optimum level of phosphorus and its effect on growth yield and quality of ratoon sugarcane. *Pak Jl. Bio.Sci.*, 3(3):483-484.
- Chen, YP, Rekha, PD, Arunshen, AB, Lai, WA and Young, CC. 2006, Phosphate Solubilizing Bacteria From Subtropical Soil And Their Tricalcium Phosphate Solubilizing Abilities, *Appl. Soil Ecol.* 34:33–41.
- Cherubin, M.R., A.L.C. Franco, C.E.P. Cerri, D.M. da Silva-Oliveira, C.A. Davies and C.C. Cerri. 2015. Sugarcane Expansion in Brazilian Tropical Soils—Effects of Land Use Change on Soil Chemical Attributes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211: 173-184.
- Cherubin, M.R., C.E.P. Cerri, B.J. Feigl and C.C. Cerri. 2017. Sugarcane Straw Harvest Effects on Soil Quality and Plant Growth: Preliminary Data Synthesis of a Multi-local Project Running in Brazil. *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 19: 230-xx.

- Cherubin, M.R., D.L. Karlen, A.L.C. Franco, C.A. Tormena, C.E.P. Cerri, C.A. Davies and C.C. Cerri. 2016. Soil Physical Quality Response to Sugarcane Expansion in Brazil. *Geoderma*, 267: 156-168
- Cherubin, M.R., D.L. Karlen, A.L.C. Franco, C.E.P. Cerri, C.A. Tormena and C.C. Cerri. 2016. A Soil Management Assessment Framework (SMAF) Evaluation of Brazilian Sugarcane Expansion on Soil Quality. *Soil Science Society of America Journal*, 80 (1): 215-226.
- Cherubin, M.R., D.L. Karlen, C.E.P. Cerri, A.L.C. Franco, C.A. Tormena, C.A. Davies and C.C. Cerri. 2016. Soil Quality Indexing Strategies for Evaluating Sugarcane Expansion in Brazil. *PloS one*, 11(3): e0150860.
- Chohan, M., U.A.Talpur, R.N.Pahnwar and S.Talpur. 2013. Effect of Inorganic NPK Different levels on Yield and Quality of Sugarcane Plant and Ratoon Crop. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. Vol., 4 (S), 3668-3674, 2013.
- Claassen N, Syring K M and Jungk A 1986 Verification of a mathematical model by simulating potassium uptake from soft. *Plant and Soil* 95,209-220.
- Coale, F.J. and T.J. Schueneman 1993. Sugarcane Response to Limestone and Gypsum Application on Acidic Sandy Soils. *ASSCT-American Society of Sugar Cane Technologists*, 13: 73-86
- Davidson, L. G. 1967. The Effects of Lime on Yields of Sugarcane and Sugar on Acid Soils of Louisiana. *Proc. Inter. Soc. Sugar Cane Technol.* 12:181-187.
- daSilva, V.P.R., B.B. da Silva, W.G. Albuquerque, C.J.R. Borges, I.F. de Sousa and J.D. Neto. 2013. Crop Coefficient, Water Requirements, Yield and Water Use Efficiency of Sugarcane Growth in Brazil. *Agricultural Water Management*, 128: 102-109.
- de Sousa, R.T.X., G.H. Korndörfer, R.A.B. Soares and P.R. Fontoura. 2015. Phosphate Fertilizers for Sugarcane Used at Pre-Planting (Phosphorus Fertilizer Application). *Journal of Plant Nutrition*, 38(9): 1444-1455.
- Djaenudin, D., A. H., dan H. S. 2003. *Petunjuk teknis evaluasi lahan untuk komoditas pertanian*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Dominy, C., R. Haynes and R. van Antwerpen. 2002. Loss of soil organic matter and related soil properties under long-term sugarcane production on two contrasting soils. *Biology and Fertility of Soils*, 36(5): 350-356.
- Dominy, C.S., R.J. Haynes and R. Van Antwerpen. 2001. Long-Term Effects Of Sugarcane Production On Soil Quality In The South Coast And The Midlands Areas Of Kwazulu-Natal. *Proc S Afr Sug Technol Ass* (2001) 75: 222-227.
- Ebrahim, M.K.H., G.Vogg, M.N.E.H. Osman and E.Komor. 1998. Photosynthetic performance and adaptation of sugarcane at suboptimal temperatures. *Journal of Plant Physiology*, 153(5-6): 587-592.

- Ebrahim, M.K., O. Zingsheim, M.N. El-Shourbagy, P.H. Moore and E. Komor. 1998. Growth and sugar storage in sugarcane grown at temperatures below and above optimum. *Journal of Plant Physiology*, 153(5-6): 593-602.
- Ellis, R.D. and B.A. Lankford. 1990. The Tolerance of Sugarcane to Water Stress during Its Main Development Phases. *Agricultural Water Management*, 17(1-3): 117-128.
- El-Sayed, G.S., A.M.H. Osman and A.M.Ahmed. 2005. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on yield and quality of sugar cane. *Egypt.J.Agric.Res.*, 83(1): 241-257.
- Elsayed, M. T., M. H. Babiker, M. E. Abdel Malik, O. N. Mukhtar and D. Montage. 2008. Impact of Filter Mud Applications on The Germination of Sugarcane and Small-seeded Plants and On Soil and Sugarcane Nitrogen Contents. *Bioresource Technology*, 99(10): 4164-4168.
- Everingham, Y.L., K.H. Lowe, D.A. Donald, D.H. Coomans, and J. Markley. 2007. Advanced satellite imagery to classify sugarcane crop characteristics. *Agronomy For Sustainable Development*, 27: 11-117.
- Ferraro, D.O., D.E. Rivero and C.M. Ghera. 2009. An Analysis of The Factors That Influence Sugarcane Yield in Northern Argentina Using Classification and Regression Trees. *Field Crops Research*, 112(2-3): 149-157.
- Flores, R.A., M.P. Renato, J.A. Hilario, A.P. Marcio, R.M. Leandro, and L.R. Carlos. 2014. Potassium nutrition in sugarcane ratoons grown in Oxisols by a conservationist system. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.* 14(7): 652-659.
- Franco, A.L.C., M.R. Cherubin, P.S. Pavinato, C.E.P. Cerri, J. Six, C.A. Davies and C.C. Cerri. 2015. Soil Carbon, Nitrogen and Phosphorus Changes under Sugarcane Expansion in Brazil. *Science of the Total Environment*, 515: 30-38.
- Foth. 1990. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Galvao, L.S., A.R. Formaggio, and D.A. Tisot. 2005. Discrimination of sugarcane varieties in Southeastern Brazil with EO-1 Hyperion data. *Remote Sensing of Environment*, 94: 523-534.
- Galvao, L.S., A.R. Formaggio, and D.A. Tisot. 2006. The influence of spectral resolution on discriminating Brazilian sugarcane varieties. *International Journal of Remote Sensing*, 27: 769-777.
- Gawander, J. S., P. Gangaiya and R. J. Morrison. 2004. Potassium Responses and Budgets in The Growth of Sugarcane in Fiji. *Sugar Int.* 22(1): 3-8.
- Golden, L. E. 1972. The Effect of Agricultural Lime and Ground Rock Phosphate on Yield of Sugarcane, Soil pH and P and Ca Extractable from Baldwin Silty Clay Loam Soil. *Proc. Amer. Soc. Sugar Cane Technol.* 2:45-48.
- Gradiz, L., A. Sugimoto, K. Ujihara, S. Fukuhara, A. K. Kahi, and H. Hirooka. 2007. Beef Cow-calf Production System Integrated With Sugarcane

- Production: Simulation Model Development and Application in Japan. *Agricultural System*, 94(3): 750-762.
- Graetz, D.A., V.D.Nair, K.M. Portier and R.L.Voss. 1999. Phosphorus accumulation in manure-impacted Spodosols of Florida. *Agriculture, ecosystems & environment*, 75(1-2): 31-40
- Graham, M. H., R. J. Haynes, and J. H. Meyer.. 2002. Soil Organic Matter Content and Quality: Effects of Fertilizer Application, Burning, and Trash Retention on a long-term Sugarcane Experiment in South Africa. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(1): 93-102.
- Gurmani, A.H., A.Bakhash and G.Rasool. 2003. Effect of NPK on yield and sugar level of sugarcane Pak J S Sci., 22(2): 56-60.
- Hajari, E., S.J.Snyman and M.P.Watt. 2017. The effect of form and level of inorganic N on nitrogen use efficiency of sugarcane grown in pots. *Journal of Plant Nutrition*, 40(2): 248-257.
- Hakim, Nyakpa, Lubis, Nugroho, Saul, Diha, Hong dan Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Hardjowigeno. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressendo.
- Hardjowigeno, S., dan Widiatmika. 2007. *Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Tanah*. Bogor: Fakultas Pertanian IPB.
- Hartemink, A.E. and A.W. Wood. 1998. Sustainable Land Management in The Tropics: The Case of Sugarcane Plantations. 16th World Congress of Soil Science. ISSS, Montpellier, 7.
- Hartemink, A.E. and L.S. Kuniata. 1996. Some Factors Influencing Yield Trends of Sugarcane in Papua New Guinea. *Outlook on Agriculture*, 25 (4): 227-234.
- Haynes, R.J. and C.S.Hamilton. 1999. Effects of sugarcane production on soil quality: a synthesis of world literature. *Proc. S. Afr. Sug. Technol.Ass.*, 73: 45-51.
- Heumann, B. W., Walsh, S. J., P. M., and M. D. 2011. Assessing the application geographic presence-only model for land suitability mapping. *Ecological Informatics* 6, 257-269.
- Holst, J., R. Brackin, N. Robinson, P. Lakshmanan, and S. Schmidt. 2012. Soluble Inorganic and Organic Nitrogen in Two Australian Soils under Sugarcane Cultivation. *Agriculture, Ecosystems & environment*, 155(July): 16-26.
- Hong, TK. 2008. *Principles of Soil Chemistry*. 2nd Ed. Marse, Dekker Inc. New York.
- Hood, a.c., B. H., and K. S. 2006. Options for Victorian Agriculture in a "new" Climate: Pilot Study Linking Climate Change and Land Suitability Modelling, *Environ. Model. Softw*, 21, 1280-1289.

- Huang, B. 2000. Role of root Morphological and Physiological Characteristics in Drought Resistance of Plants. Dalam: Wilkinson, R. F. (Ed.) Plant-Environment Interactions, Mercel Dekker. Pp. 39-63.
- Humbeert, R. P. 1968. The Growing of Sugarcane. New York: Elsevier Publishing Co., Amsterdam, London.
- Hussain, S., M.Anwar-ul-Haq, S.Hussain, Z.Akram, M.Afzal and I.Shabbir. 2017. Best suited timing schedule of inorganic NPK fertilizers and its effect on qualitative and quantitative attributes of spring sown sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 16 (1): 66-71.
- ICAR. 2000. Indian Council of Agricultural research. Handbook of Agriculture, 5th ed., New Delhi.
- Iggo, G.A., and Moberly, P.K. 1976. The Concept of Minimum Tillage in Sugarcane. *Proc S Afr Sug Technol Ass* 50: 141-143.
- Indrawanto. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Tebu http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/wpcontent/uploads/2012/08/perkebunan_budidaya_tebu.pdf. November, 29. 2017.
- Indrawanto, Chandra. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Tebu. Jakarta: ESKA Media.
- Jayanto, G. 2002. Identifikasi Potensi Lahan untuk Pengembangan Industri Gula di luar pulau Jawa. Bulletin Teknik Pertanian Vol. 7, No.1, Bogor: Puslitanak.
- Jarvis, A., A. L. Hijmans, and R.J., 2008. The Effect of Climate Change on Crop Wild Relatives. *Agr. Ecosyst. Environ.* 126, 13-23.
- Junior, J.G.A.S., M.R. Cherubin, B.G. Oliveira, C.E.P. Cerri, C.C. Cerri, B.J. Feigl. 2018. Three-Year Soil Carbon and Nitrogen Responses to Sugarcane Straw Management. *Bio Energy Research*, p.1-13.
- Kadarwati, F. T. 2016. Evaluasi Kesuburan Tanah untuk Pertanaman Tebu di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Jurnal Littri* 22(2), 53-62.
- Kang, SC, Hat, CG, Lee, TG, and Maheshwari, DK. 2002. Solubilization of insoluble inorganic phosphates by a soil-inhabiting fungus *Fomitopsis* sp. PS 102, *Curr. Sci.* 82:439-442.
- Khan, I.A., A. Khatri, G.S. Nizamani, M.A. Siddiqui, S. Raza and N.A. Dahar. 2005. Effect of NPK fertilizers on the growth of sugarcane clone AEC86-347 developed at NIA, Tando Jam, Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 37(2): 355-360.
- Krishna-Rao, P.V., V.V. Rao, and L. Venkataratnam. 2002. Remote sensing: A technology for assessment of sugarcane crop acreage and yield. *Sugar Technology*, 4(3&4): 97-101.

- Kuchenbuch, R, Claassen N and Jungk A. 1986 Potassium availability in relation to soil moisture. I. Effect of soil moisture on potassium diffusion, root growth and potassium uptake of onion plants. *Plant and Soil* 95,221-231.
- Kuchenbuch, R. and A. Jungk. 1982. A method for determining concentration profiles at the soil-root interface by thin slicing rhizospheric soil. *Plant and Soil* 68,391-394.
- Kuchenbuch, R., N.Claassen and A.Jungk. 1986. Potassium availability in relation to soil moisture. *Plant and Soil*, 95: 233-243.
- Laclau, P.B. and J.-P. Laclau. 2009. Growth of The Whole Root System For A Plant Crop of Sugarcane Under Rainfed and Irrigated Environments in Brazil. *Field Crops Research*, 114(3): 351-360.
- Lapola, D.M., J.A. Priess and A. Bondeau. 2009. Modeling The Land Requirements and Potential Productivity of Sugarcane and Jatropha in Brazil and India Using The Lpjml Dynamic Global Vegetation Model. *Biomass and Bioenergy*, 33(8): 1087-1095
- Lisboa, I.P., M.R. Cherubin, R.P. Lima, C.C. Cerri, L.S. Satiro, B.J. Wienhold, M.R. Schmer, V.L. Jin, C.E.P. Cerri. 2018. Sugarcane Straw Removal Effects On Plant Growth And Stalk Yield. *Industrial Crops and Products*, 111: 794-806.
- Lofton, J. and B.Tubaña. 2015. Effect of Nitrogen Rates and Application Time on Sugarcane Yield and Quality. *Journal of Plant Nutrition*, 38(2): 161-176.
- Mardamootoo, T., K. F. Ng Kee Kwong and C. C. DuPreez. 2013. Assessing Environmental Phosphorus Status of Soils in Mauritius Following Long-term Phosphorus Fertilization of Sugarcane. *Agriculture Water Management*, 117(1): 26-32.
- Markley, J., A.Raines and R.Crossley. 2003. The development and integration of remote sensing, GIS and data processing tools for effective harvest management. *Australian Society of Sugar Cane Technologists*, Vol. 25, CD ROM.
- Matin, M. A., K. Oya, T. Shinjo, and T. Horiguchi. 1997. Phosphorus Nutrition of Sugarcane: Growth, Yield and Quality of Sugarcane as Affected by Soil Phosphorus Levels. *Japanes Journal of Tropical Agriculture*, 41(2): 52-59.
- McLean, E.O. and M.E. Watson. 1985. Soil measurements of plant-available potassium. In 'Potassium in agriculture. Ed. RD Munson) pp. 277–308. ASA, CSSA, SSSA: Madison, WI.
- Mehta, S.C., N. Singh and M. Singh. 1992. Effect of wetting and drying on the dynamics of potassium in some soils of Haryana. *Journal of Potassium Research* 8, 290–294.

- Meyer, J.H., R. Van Antwerpen and E. Meyer. 1996. A Review of Soil Degradation and Management. Research Under Intensive Sugarcane Cropping. Proc. S.Afr.Sug. Technol. Ass., 70: : 22-28.
- Moberly, P.K. and J.H.Meyer. 1984. Soils: Management Factor in Sugarcane Production in The South African Sugar Industry. Proc.S.Afr. Sug. Technol. Ass., 58: 192-197.
- Momose, A., O. Norikuni, S. Kuni, S. Takashi, N. Yasuhiro, A. Shoichiro, and O. Takuji. 2009. Nitrogen fixation and translocation in young sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plants associated with endophytic nitrogen-fixing bacteria. Microbes Environment Journal. 24(3): 224-230.
- Mubyarto dan Daryanti. 1991. Gula: Kajian Sosial-Ekonomi. Yogyakarta: Aditya Media.
- Muchow, R. C., M J Robertson, A. W. Wood, and B. A. Keating. 1996. Effect of Nitrogen on The Time-course of Sucrose Accumulation in Sugarcane. Field Crops Research, 47(2-3): 143-153.
- Mulyadi, M., A. Toharisman dan Mirzawan. 2009. Identifikasi Potensi Lahan untuk Mendukung Pengembangan Agrobisnis Tebu di Wilayah Timur Indonesia. Pasuruan: Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia.
- Nair, V.D. and D.A. Graetz. 2002. Phosphorus saturation in Spodosols impacted by manure. Journal of environmental quality, 31(4): 1279-1285.
- Nair, V.D. and W.G. Harris. 2004. A capacity factor as an alternative to soil test phosphorus in phosphorus risk assessment. New Zealand Journal of Agricultural Research, 47(4): 491-497.
- Nair, V.D., D.A. Graetz and K.R. Reddy. 1998. Dairy manure influences on phosphorus retention capacity of Spodosols. Journal of environmental quality, 27(3): 522-527.
- NgCheong, L.R., K.F.Ng Kee Kwong and C.C.Du Preez. 2008. Soil organic matter and microbial biomass as influenced by sugarcane (*Saccharum hybrid* sp.) production practices in Mauritius. South African Journal of Plant and Soil, 25(2): 111-118.
- NgCheong, L.R., K.F.Ng Kee Kwong and C.C.Du Preez. 2009. Effects of sugar cane (*Saccharum hybrid* sp.) cropping on soil acidity and exchangeable base status in Mauritius. South African Journal of Plant and Soil, 26(1): 9-17.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Nurhananto, D. A., dan Siswanto, B. 2016. Hubungan Kelas Kesesuaian Lahan Tanaman Tebu dengan rendemen dan Keuntungan. *Buana Sains Vol 16 No 1*, 45-56.
- Olivier, F.C. and A.Singels. 2015. Increasing Water Use Efficiency of Irrigated Sugarcane Production in South Africa through better agronomic practices. Field Crops Research, 176: 87-98.

- Orgeron, AJ. 2003. Palnting rate effect on sugar can yield trial, A Thesis. The Department of Agronomy, B,S, Louisiana State University.
- Paauw, van der F. 1958 Relations between the potash requirement of crops and meterological conditions. *Plant and Soil* 9, 254-268.
- Painboonsak, S and Mongkolsawat, C. 2008. Evaluating Land Suistability for Industrial Sugarcane with GIS Modeling. Geo-informatics Centre for Development of Northeast Thailand. Thailand: Khon Kaen University.
- Park,S. E., T. J. Webster, H. L. Horan, A. T. James, and P. J. Thorburn. 2010. A Legume Rotation Crop Lessens The Need For Nitrogen Fertiliser Throughout The Sugarcane Cropping Cycle. *Field Crops Research*, 119(2-3): 331-341.
- Patel, M.L., D.R. Delvader, L.N. Baraiya and R.A. Patel. 2004. Influence of nitrogen, phosphorus and potash on growth, quality, yield and economics of sugarcane cv. CO-N-91132 in middle Gujarat condition. *Ind.Sug.*, 4(8): 587-592
- Perez, O. and M. Melgar. 2000. Sugarcane Response to Potassium Fertilization on Andisol, Entisol, and Mollisol Soils of Guatemala. *Better Crops International*, 14(1): 1-22.
- Pizzeghello, D., A.Berti, S.Nardi and F.Morari. 2011. Phosphorus forms and P-sorption properties in three alkaline soils after long-term mineral and manure applications in north-eastern Italy. *Agriculture, ecosystems & environment*, 141(1-2): 58-66.
- Prabowo, R. 2010. Kebijakan Pemerintah Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Di Indonesia. *Jurnal mediagro* . Vol 6. No 2..Hal: 62 – 73.
- Pradhan, N and Sukla, LB. 2005. Solubilization Of Inorganic Phosphate By Fungi Isolated From Agriculture Soil, *African J. Biotechnol.* 5:850–854.
- Prahasta, Eddy. 2002. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Bandung: Informatika.
- Ramadham, M. Haniif. 2018. Inventarisasi Morfologi Dan Jenis Tanah Pada Penggunaan Lahan Di Kebun Percobaan Balittas Karangploso, Malang. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Ram, A. N., J.S. Gawander, A. D. Jokhan, dan K. Garan. 2007. Soil Loss and Declining Sugarcane Yields on Sloping Lan in Fiji. XXVI Congress, International Society of Sugar Cane Technologists, ICC, Durban, South Africa, 29 July-2 August, 2007. Pp 190-198.
- Rathore, O. P., H. D. Verma, and G. K. Nema. 1996. Effect of Pottasium Application on Growth, Yields, and Quality of Sugarcane. *Indian Sugar*, 46(8): 665-668.
- Rayes, M.L. 2006. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Yogyakarta: Andi Offset.

- Razafimbelo, T., B. Barthes, M. C. L. Larrouy, E. F. Deluca, J. Y. Laurent, C. C. Cerri and C. Feller. 2006. Effect of Sugarcane Residue Management (Mulching Versus Burning) on Organic Matter in a Clayey Oxisol From Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115(1-4): 285-289.
- Rein, Peter., Turner, Peter., Mathias, Kathryn. 2011. Good Management Practices Manual for The Cane Sugar Industry. http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/486cf5004953685e8586b519583b6d16/IFC_GMP_ManualCaneSugarIndustry.pdf?MOD=AJPERES. July, 31, 2018.
- Richardson, C.J. 1985. Mechanisms controlling phosphorus retention capacity in freshwater wetlands. *Science*, 228 (4706): 1424-1427
- Ritung, Sofyan., dkk. 2007. Panduan Evaluasi Kesesuaian Lahan dengan Contoh Peta Arahana Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat. Bogor: Balai Penelitian Tanah dan Word Agroforestru Centre.
- Ritung, Sofyan., Kusumo Nugroho, Anny Mulyani, dan Erna Suryani. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
- Roloff, G. and D. Focht. 2006. Brazil. In *Handbook of precision agriculture: principles and applications*, ed. A. Srinivasan, 635–656. Binghampton, NY: The Haworth Press.
- Rosmarkam dan Yuwono. 2002. Ilmu kesuburan tanah. Yogyakarta: Kanisius.
- Sagoo, A.G., M. Aslam, E.A. Khan, I.U. Awan, M.A. Khan, A. Hussain, I.Bakhsh. 2011. Impact of Soil Moisture Depletions, Planting Geometry and Soil Texture on Bio Economic Efficiency of Autumn Sugarcane Under arid Conditions. *Agricultural Water Management*, 101(1): 1-7.
- Sastrohartono, H. 2011. Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Perkebunan dengan Aplikasi Extensi Artificial Neural Network (ANN.avx) dalam Arcview-GIS. Edisi Pertama. Yogyakarta: FTP Institut Pertanian Stiper.
- Satiro, L.S., M.R. Cherubin, J.L. Safanelli, I.P. Lisboa, P.R.da Rocha-Junior, C.E.P. Cerri, and C.C. Cerri. 2017. Sugarcane Straw Removal Effects on Ultisols and Oxisols in South-central Brazil. *Geoderma Regional*, 11: 86-95.
- Scarpore, F.V., T.A.D. Hernandez, S.T. Ruiz-Correa, M.C.A. Picoli, B.R. Scanlon, M.F. Chagas, D.G. Duft, T.de Fatima-Cardoso. 2016. Sugarcane Land Use and Water Resources Assessment in The Expansion Area in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 133: 1318-1327.
- Schmidt,E.J., C.Gers, G.Narciso and P.Frost. 2001. Remote sensing in the South African sugar industry. In *Proceedings of the 24th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists ASSCT*, Brisbane.
- Shukla, S. K., R. L. Yadav, A. Suman, and P. N. Singh. 2008. Improving Rhizospheric Environment and Sugarcane Ratoon Yield Through Bioagents

- Amended farm Yard Manure in Udic Ustochrept Soil. Soil and Tillage Research, 99(2): 158-168.
- Silva, C. A., L. and Blanco. 2003. Delineation of suitable areas for crops using a multi-criteria evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico. *Agr. Sys.* 77, 117-136.
- Singh, P.N., S.K. Shukla and V.K. Bhatnagar. 2007. Optimizing Soil Moisture Regime To Increase Water Use Efficiency Of Sugarcane (*Saccharum Spp. Hybrid Complex*) In Subtropical India. *Agricultural Water Management*, 90(1-2): 95-100.
- Iggo, G.A. and P.K. Moberly. 1976. The concept of minimum tillage in sugarcane. *Proc S.Afr. Sug. Technol. Ass.*, 50: 141-143.
- Snyder, G.H., R. H. Caruthers, J. Alvarez, and D. B. Jones. 1986. Sugarcane Production in The Everglades Following Rice. *J. Am. Soc. Sugarcane Tech.*, 6: 50-55
- Soomro, A.F., S. Tunio, M.I. Keerio and I. Rajper. 2014. Effect of inorganic NPK fertilizers under different proportions on growth, yield and juice quality of sugarcane (*Saccharum officinarum* L). *Pure Appl. Bio.*, 3(1): 10-18.
- Sparks, D.L. and P.M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. In 'Potassium in agriculture. (Ed. RD Munson) pp. 201-276. (ASA, CSSA, SSSA: Madison, WI)
- Staff Khusus Bidang Pangan dan Energi. 2014. Mengatasi Masalah Gula Nasional. <http://www.indonesia.go.id/in/kementerian/>. November, 29, 2017.
- Sudiarso. 2007. Pupuk Organik dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. Cetakan Pertama. 264 h.
- Sundara, B., V. Natarajan, and K. Hari. 2002. Influence of Phosphorus Solubilizing Bacteria on The Changes In Soil Available Phosphorus and Sugarcane and Sugar Yields. *Field Crops Research*, 77(1): 43-49.
- Surendran, U. and D. Vani. 2013. Influence Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi In Sugarcane Productivity under Semiarid Tropical Agro Ecosystem in India. *International Journal of Plant Production*, 7 (2): 269-277.
- Susanto, Rachman. 2005. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Yogyakarta: Kanisius.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. Jhon Willey & Sons. Toronto.
- Syers, J.K. 1998. Soil and Plant Potassium in Agriculture.' The Fertiliser Society: Newcastle-upon-Tyne: UK.
- USDA. 2009. Sugar World Production, Supply and Distribution Foreign Agriculture Service. United States: Department of Agriculture.
- Van Antwerpen, R. and J.H. Meyer. 1996. Soil Degradation Under Sugarcane Cultivation in Northern KwaZulu-Natal. *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass.*, 70: 29-33.

- Vasconcelos, de R.L., R. de M.Prado, N.S. Campos, G.Caione, H.J. de Almeida, L.R.Moda, F.T.Mello and C.C.D.Marta. 2014. Sources of Phosphorus with Sugar Cane Filter Cake on The Nutritional Status and Productivity of Sugar Cane (*'Saccharum officinarum'* L.) Cultivated in Red-yellow Latosol. Australian Journal of Crop Science, 8(11): 1467
- Vu, J.C.V. and L.H. Allen Jr. 2009. Stem Juice Production of the C4 Sugarcane (*Saccharum officinarum*) is Enhanced by Growth at Double-ambient CO₂ and High Temperature. Journal of Plant Physiology, 166(11): 1141-1151.
- Whitelaw, MA. 2000. Growth Promotion Of Plants Inoculated With Phosphate Solubilizing Fungi, Adv. Agron. 69:99–151.
- Wood, A.W. 1985. Soil Degradation and Management under Intensive Sugarcane Cultivation in North Queensland. Soil Use Manage 1: 120-123.
- Wu, H. Z., Z. Chenglin, L. Jian, Z. Shaoling, L. R. Jun, and Y. X. Long. 2001. Utilization of Phosphate Rocks as a Source of Phosphorus for Sugarcane Production on Acid Soils in South China. Proceedings of an International Meeting, Kuala Lumpur, Malaysia, 16-20 July, 2011 pp. 194-199.
- Yadav, R.L. and R.P. Verma. 1995. Crop Residue Management to Conserve Soil Organic Matter Content in Sugarcane-based Crop Rotations. Bioresource Technology, 51(2-3): 241-245.
- Yadav, R.L. and S.R. Prasad. 1992. Conserving the Organic Matter Content of the Soil to Sustain Sugarcane Yield. Experimental Agriculture, 28(1): 57-62.
- Yan, X., D. Wang, H. Zhang, G. Zhang and Z. Wei. 2013. Organic Amendments Affect Phosphorus Sorption Characteristics in a Paddy Soil. Agriculture, ecosystems & environment, 175: 47-53.
- Yan, X., Z. Wei, D. Wang, G.Zhang and J. Wang. 2015. Phosphorus Status and Its Sorption-associated Soil Properties in a Paddy Soil as Affected by Organic Amendments. Journal of soils and sediments, 15(9): 1882-1888.
- Yan, X., Z.Wei, Q. Hong, Z. Lu and J.Wu. 2017. Phosphorus Fractions and Sorption Characteristics in a Subtropical Paddy Soil as Influenced by Fertilizer Sources. Geoderma, 295: 80-85
- Yang, W., Z. Li, J. Wang, P. Wu, dan Y. Zhang. 2013. Crop Yield, Nitrogen Acquisition and Sugarcane Quality as Affected by Interspecific Competition and Nitrogen Application. Field Crops Research, 146(May): 44-50.




LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Deskripsi Tanah SPL 1

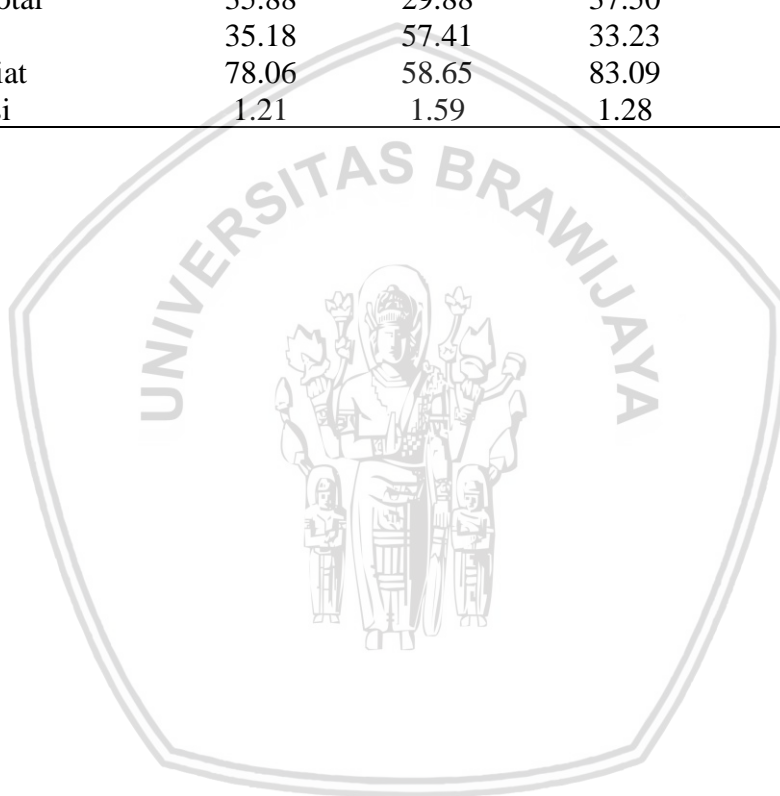
Hasil Deskripsi Tanah

Kode : P1
 Klasifikasi : Typic Humudepts
 Lokasi : Kebun percobaan BALITTAS, Kec. Karangploso, Malang, Jawa Timur
 Koordinat : 679216 mT, 9125675 mS (Zona: 49 M)
 Lanskap : Dataran aluvial
 Relief-makro : datar
 Relief-mikro : teras
 Lereng : tunggal
 Ketinggian : 549 m dpl
 Topografi : Daerah datar dengan kelerengan 1%
 Drainase : drainase agak terhambat, aliran permukaan sedang, permeabilitas sedang
 Erosi : percik
 Vegetasi : Tebu
 Bahan Induk : Qvtm (tuff Malang)
 Horizon : Epipedon umbrik (0-20/25) dan Endopedon kambik (20/25-110)
 Rejim : Suhu : isohyperthermic Lengas : udic
 Deskripsi oleh : Haniif dkk.
 Tanggal 01 Februari 2018

	Ap 0-20/25 cm	: Coklat tua (10 YR 2/2) lembab; liat berdebu; struktur granul; gembur; tidak lekat dan tidak plastis; perakaran jumlah banyak; ukuran perakaran kasar; pH 5,8; batas jelas dan berombak
	AB 20/25-110 cm	: Coklat tua (10 YR 2/2) lembab; liat; struktur gumpal membulat; teguh; agak lekat dan agak plastis; jumlah perakaran sedikit; ukuran perakaran sedang; pH 5,9; batas nyata dan berombak
	Bw ₁ 110-150 cm	: Coklat tua (10 YR 3/3) lembab; liat berdebu; struktur gumpal membulat; teguh; agak lekat dan agak plastis; tidak ditemukannya perakaran; pH 5,6; batas nyata dan berombak
	Bw ₂ 150-200 cm	: Coklat kekuning-kuningan (10 YR 3/4) lembab; liat berdebu; struktur gumpal bersudut; sangat teguh; agak lekat dan plastis; tidak ditemukannya perakaran; pH 5,8.

Analisa laboratorium


Horizon Depth	Ap 0-20/25	AB 20/25-110	Bw1 110-150	Bw2 150-200
C-Organik %	1.49	0.88	1.51	0.89
Bahan Organik %	2.57	1.53	2.61	1.56
pH (H ₂ O)	5.83	5.93	5.64	5.87
pH KCL	5.12	5.18	5.33	5.25
Ca	9.51	11.13	10.44	8.38
Mg	1.58	4.16	3.21	2.68
Na	0.94	1.06	0.30	1.28
K	0.59	0.53	0.39	
KTk Total	35.88	29.88	37.50	41.52
KB %	35.18	57.41	33.23	32.98
KTk Liat	78.06	58.65	83.09	72.453
Berat Isi	1.21	1.59	1.28	1.01



Lampiran 2. Hasil Deskripsi Tanah SPL 2**Hasil Deskripsi Tanah**

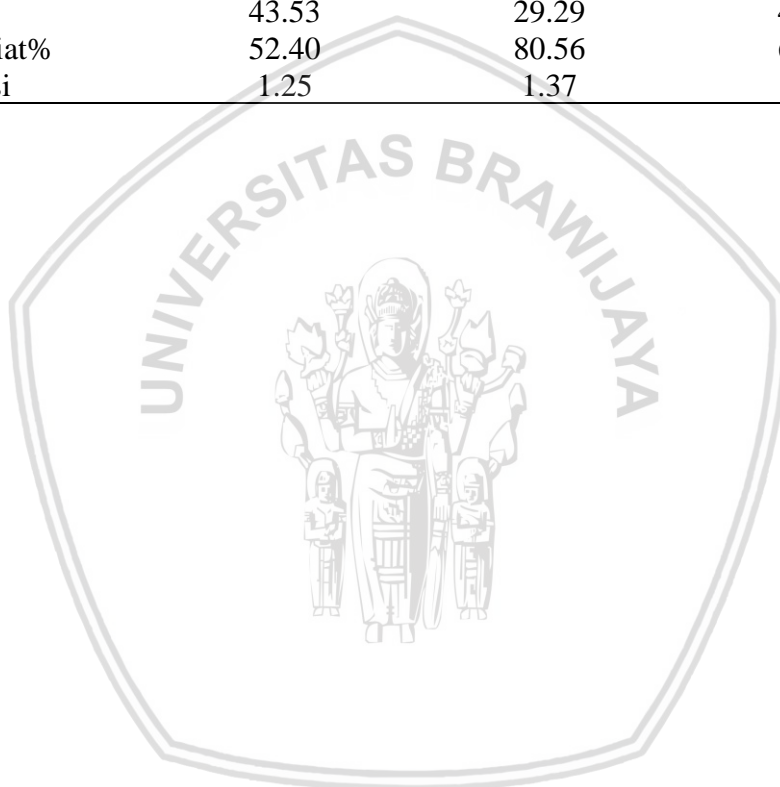
Kode : M2
 Klasifikasi : Typic Humudepts
 Lokasi : Kebun percobaan BALITTAS, Kec. Karangploso, Malang, Jawa Timur
 Koordinat : 678949 mT, 9125727 mS (Zona: 49 M)
 Lanskap : Dataran aluvial
 Relief-makro : datar
 Relief-mikro : teras
 Lereng : tunggal
 Ketinggian : 480 m dpl
 Topografi : Daerah teras dengan kelerengan 5%
 Drainase : drainase sedang, aliran permukaan sedang, permeabilitas sedang
 Erosi : permukaan
 Vegetasi : Rami
 Bahan Induk : Qvm (tuff Malang)
 Horizon : Epipedon umbrik (0-18 cm) dan Endopedon kambik (34-50 cm)
 Rejim : Suhu : isohyperthermic Lengah : udic
 Deskripsi oleh : Haniif dkk.

Tanggal 08 Februari 2018

	Ap 0-18 cm	: Coklat keabu-abuan (10 YR 3/2) lembab; lempung liat berdebu; struktur granul; gembur; lekat dan agak plastis; ukuran perakaran kasar; jumlah perakaran banyak; pH 5,4; batas jelas dan berombak
	AB 18-34 cm	: Coklat keabu-abuan (10 YR 3/2) lembab; lempung liat berdebu; struktur gumpal membulat; teguh; agak lekat dan agak plastis; ukuran perakaran sedang; jumlah perakaran biasa; pH 5,2; batas nyata dan rata
	Bw ₁ 34-50 cm	: Coklat keabu-abuan (10 YR 3/2) lembab; lempung berdebu; struktur gumpal membulat; teguh; lekat dan agak plastis; tidak ada perakaran; pH 5,8; batas nyata dan rata

Analisa Laboratorium

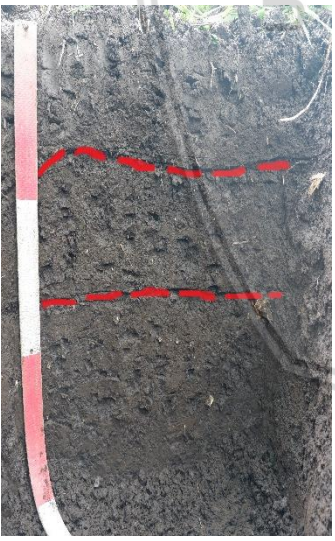
Horizon Depth	Ap 0-18	AB 18-34	Bw1 34-50
C-Organik %	1.53	1.52	1.87
Bahan Organik %	2.65	2.63	3.23
pH (H ₂ O)	5.45	5.23	5.88
pH KCL	5.01	4.90	4.97
Ca	9.13	8.91	10.94
Mg	1.14	0.48	1.63
Na	0.27	0.25	0.27
K	0.65	0.43	0.28
CTC	23.08	34.42	30.06
CEC %	43.53	29.29	43.65
CTC Liat%	52.40	80.56	69.67
Berat Isi	1.25	1.37	1.22



Lampiran 3. Hasil Deskripsi Tanah SPL 3

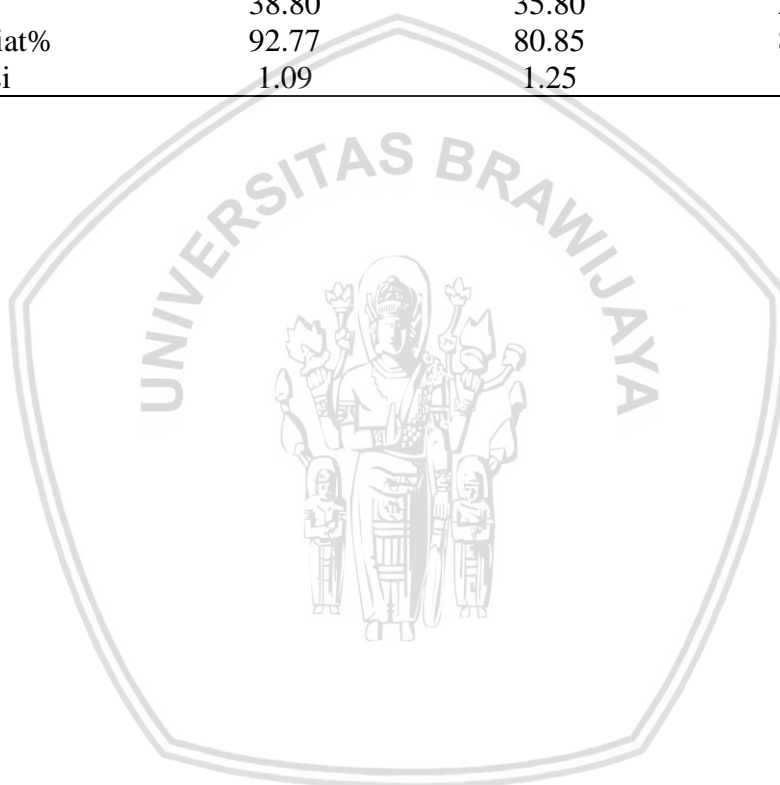
Hasil Deskripsi Tanah

Kode : M3
 Klasifikasi : Typic Humudepts
 Lokasi : Kebun percobaan BALITTAS, Kec. Karangploso, Malang, Jawa Timur
 Koordinat : 678920 mT, 9125699 mS (Zona: 49 M)
 Lanskap : Dataran aluvial
 Relief-makro : berombak
 Relief-mikro : teras
 Lereng : tunggal
 Ketinggian : 536 m dpl
 Topografi : Daerah berombak dengan kelerengan 3%
 Drainase : drainase agak lambat, aliran permukaan sedang, permeabilitas sedang
 Erosi : permukaan
 Vegetasi : Jati putih
 Bahan Induk : Qvtm (tuff Malang)
 Horizon : Epipedon Umbrik (0-18cm) dan Endopedon Kambik (18-33cm)
 Rejim : Suhu : isohyperthermic Lengas : udic
 Deskripsi oleh : Haniif dkk.
 Tanggal 06 Februari 2018

	A 0-18 cm	: Hitam (5 YR 2,5/1) lembab; liat berdebu; struktur granul; sangat gembur; agak lekat dan agak plastis; jumlah perakaran biasa; ukuran perakaran sedang; pH 5,9; batas bergelombang dan rata
	AB 18-33 cm	: Hitam (5 YR 2,5/1) lembab; liat berdebu; struktur gumpal membulat; gembur; lekat dan sangat plastis; pH 5,5; batas nyata dan rata
	AB ₂ 33-50 cm	: Hitam (5 YR 2,5/1) lembab; liat berdebu; struktur gumpal membulat; teguh; agak lekat dan sangat plastis; pH 5,8; Batas nyata dan rata.


Analisa Laboratorium

Horizon Depth	A 0 -18	AB 18 - 33	AB2 33 - 50
C-Organik %	2.85	1.86	1.68
Bahan Organik %	4.93	3.22	2.91
pH H ₂ O	5.92	5.53	5.88
pH KCL	5.42	5.00	4.87
Ca	11.53	12.70	10.74
Mg	3.89	0.97	2.14
Na	1.00	0.95	0.96
K	0.52	0.21	0.17
KTK	43.68	40.33	46.79
KB %	38.80	35.80	29.98
KTK Liat%	92.77	80.85	88.17
Berat Isi	1.09	1.25	1.38



Lampiran 4. Hasil Deskripsi Tanah SPL 4**Hasil Deskripsi Tanah**

Kode : M1
 Klasifikasi : Typic Humudepts
 Lokasi : Kebun percobaan BALITTAS, Kec. Karangploso, Malang, Jawa Timur
 Koordinat : 678973 mT, 9125692 mS (Zona: 49 M)
 Lanskap : Dataran aluvial
 Relief-makro : berombak
 Relief-mikro : teras
 Lereng : tunggal
 Ketinggian : 480 m dpl
 Topografi : Daerah teras dengan kelerengan 3%
 Drainase : drainase agak lambat, aliran permukaan sedang, permeabilitas sedang
 Erosi : permukaan
 Vegetasi : Agave
 Bahan Induk : Qvtm (tuff Malang)
 Horizon : Epipedon Umbrik (0-18cm) dan Endopedon Kambik (18-30cm)
 Rejim : Suhu : isohyperthermic Lengah : udic
 Deskripsi oleh : Haniif dkk.
 Tanggal 05 Februari 2018

	Ap 0-18 cm	: Coklat tua (7,5 YR 2,5/2); lembab; liat berdebu; struktur granul; gembur; agak lekat dan agak plastis; jumlah perakaran biasa; ukuran perakaran sedang; pH 5,2; batas jelas berombak
	Bw1 18-30 cm	: Coklat tua (7,5 YR 3/2) lembab; liat berdebu; struktur gumpal membulat; teguh; agak lekat dan plastis; jumlah perakaran sedikit; ukuran perakaran halus; pH 5,5; batas jelas rata
	Bw2 30-40 cm	: Coklat tua (10 YR 2/2) lembab; liat berdebu; struktur gumpal membulat; teguh; lekat dan agak plastis; pH 5,4; batas jelas dan berombak
	Bw3 40-50 cm	: Coklat tua (7,5 YR 2,5/3) lembab; liat berdebu; struktur gumpal membulat; teguh; agak lekat dan plastis; tidak ada perakaran; pH 5,4; adanya endosaturasi


Analisa Laboratorium

Horizon Depth	Ap 0-18 cm	Bw1 11-30 cm	Bw2 30-40 cm	Bw3 40-50 cm
C-Organik %	1.67	1.53	1.89	1.53
Bahan Organik %	2.89	2.64	3.28	2.65
pH H ₂ O	5.02	5.51	5.41	5.46
pH KCL	4.52	4.75	4.70	4.81
Ca	10.14	8.46	9.78	9.46
Mg	0.33	3.42	2.15	4.08
Na	0.18	0.24	0.18	0.21
K	0.19	0.16	0.14	0.16
CTC	33.20	23.03	29.32	40.41
CEC %	28.38	53.31	41.81	31.42
Berat Isi	1.31	1.44	1.16	1.30



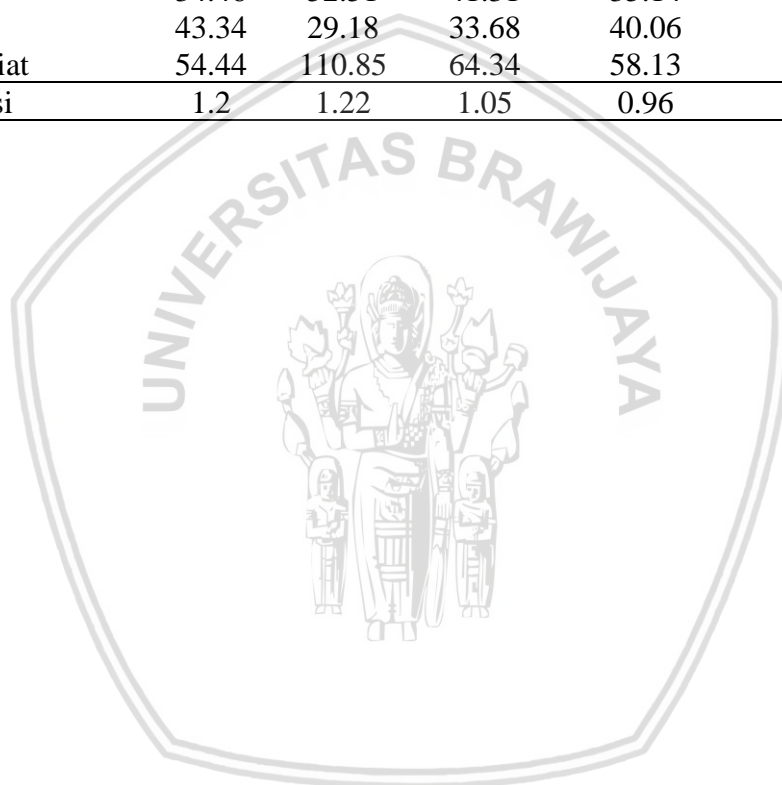
Lampiran 5. Hasil Deskripsi Tanah SPL 5**Hasil Deskripsi Tanah**

Kode : P2
 Klasifikasi : Typic Humudepts
 Lokasi : Kebun percobaan BALITTAS, Kec. Karangploso, Malang, Jawa Timur
 Koordinat : 679172 mT, 9125569 mS (Zona: 49 M)
 Lanskap : Dataran aluvial
 Relief-makro : datar
 Relief-mikro : teras
 Lereng : tunggal
 Ketinggian : 550 m dpl
 Topografi : Daerah datar dengan kelerengan 1%
 Drainase : drainase sangat lambat, aliran permukaan lambat, permeabilitas lambat
 Erosi : permukaan
 Vegetasi : padi
 Bahan Induk : Qvtm (tuff Malang).
 Jenis batuan : lempung, lempung shale, pasir, dan lempung berdebu
 Horison : Epipedon umbrik (0-22 cm) dan Endopedon kambik (22-46 cm)
 Rejim : Suhu : isohyperthermic Lengah : udic
 Catatan : Simbol 'g' terdapat redoksi morfik
 Deskripsi oleh : Haniif dkk.
 Tanggal 27 Februari 2018

	Ap 0-22 cm	: Coklat keabuan (10 YR 3/2) lembab; liat; struktur granul; gembur; lekat dan agak plastis; perakaran jumlah banyak ukuran perakaran kasar; pH 6,1; batas nyata dan berombak
	Bwg 22-46 cm	: Coklat tua (7,5 YR 2,5/2) lembab; liat; struktur gumpal bersudut; sangat teguh; lekat dan agak plastis; tidak ada perakaran; pH 6,3; terdapat redoksi morfik; batas nyata dan rata
	2Bw ₂ 46-80 cm	: Coklat tua (10 YR 2/2) lembab; liat; struktur gumpal mengumpal; teguh; lekat dan agak plastis; tidak ada perakaran; pH 6,1; batas nyata dan rata
	2Bw ₃ 80-120 cm	: Coklat tua (7,5 YR 2,5/3) lembab; liat; struktur gumpal bersudut; teguh; lekat dan agak plastis; pH 6,1; batas nyata dan rata
	2Bw ₄ 120-150 cm	: Coklat tua (7,5 YR 3/2) lembab; liat; struktur gumpal bersudut; teguh; agak lekat dan agak plastis; pH 6,1

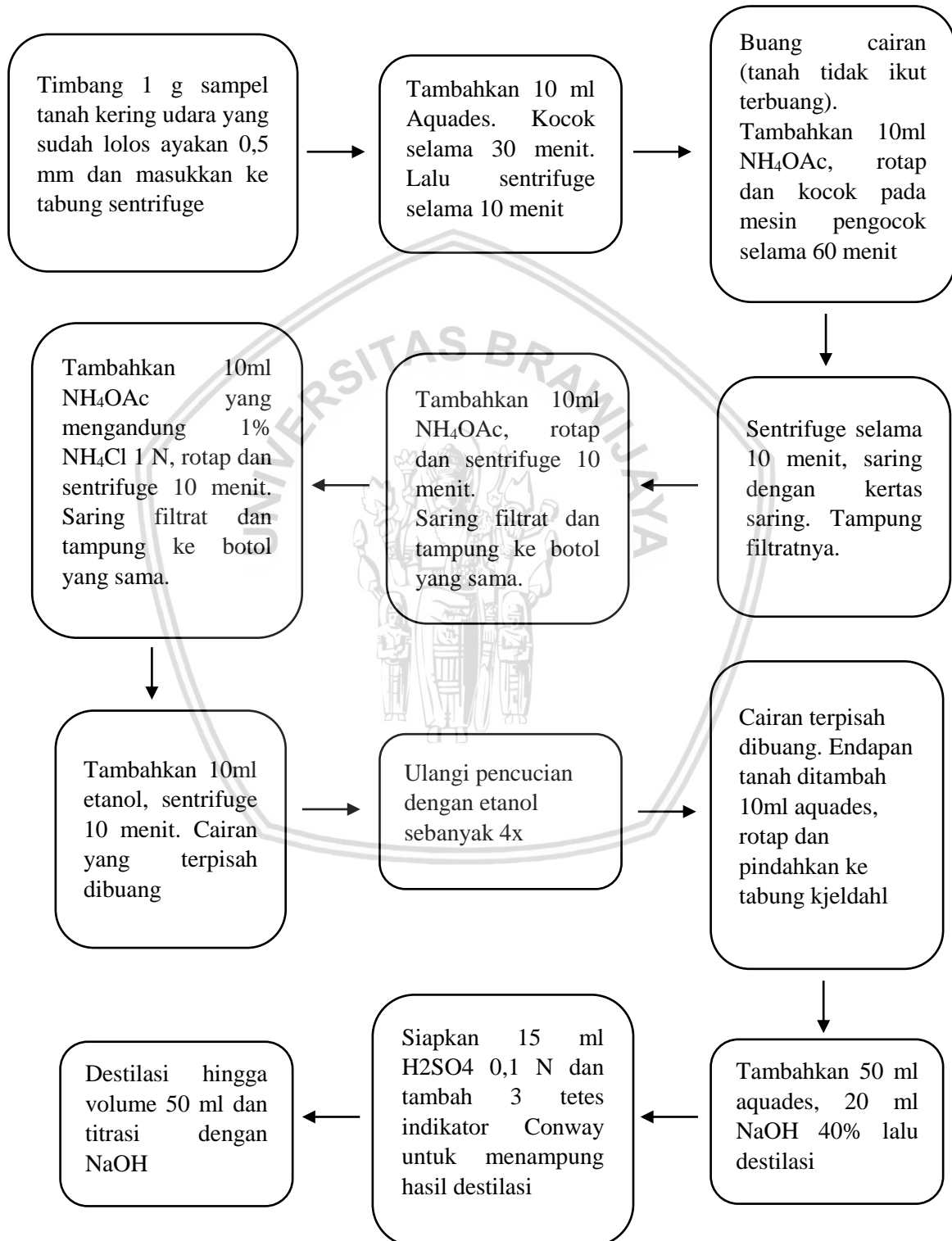
Analisa laboratorium

Horizon Depth	Ap 0 -22	2Bwg 22 - 46	Bw2 46 - 80	2Bw3 80 - 120	2Bw4 120 - 150
C-Organik %	1.52	0.87	0.88	1.01	0.88
Bahan Organik %	2.64	1.51	1.53	1.75	1.53
pH (H ₂ O)	6.10	6.30	6.10	6.12	6.13
pH KCL	5.40	5.29	5.46	5.41	5.41
Ca	11.36	11.71	10.34	10.76	11.67
Mg	4.87	3.13	1.83	1.32	1.67
Na	0.27	0.28	1.07	1.06	1.32
K	0.15	0.2	0.67	0.93	1.48
CTC	34.46	52.51	41.31	35.14	35.41
KB %	43.34	29.18	33.68	40.06	45.58
CTC Liat	54.44	110.85	64.34	58.13	54.25
Berat Isi	1.2	1.22	1.05	0.96	1.09



Lampiran 6. Cara Kerja Kapasitas Tukar Kation

Analisis kandungan KTK tanah dilakukan dengan metode destilasi kjeldahl dengan pengestrak NH_4OAc (Amonium Asetat). Adapun langkah kerja analisis kandungan KTK tanah adalah:

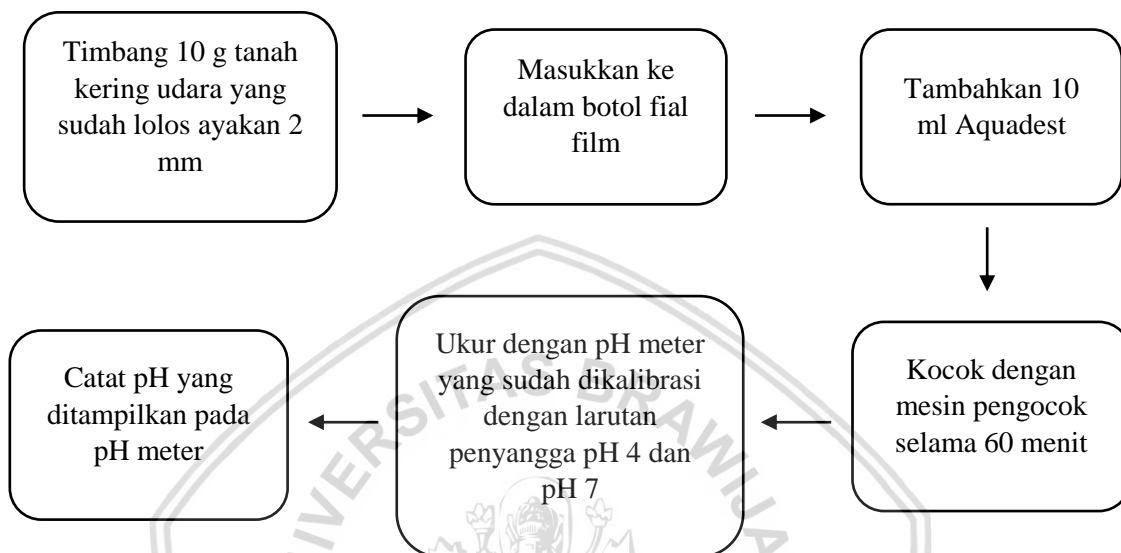


Perhitungan KTK

$$\text{KTK (me/100gr)} = \text{ml blanko} - \text{ml sampel} \times \text{N.NaOH} \times 100 \times \text{Fka}$$

Sumber: Instruksi kerja laboratorium kimia tanah (2012).

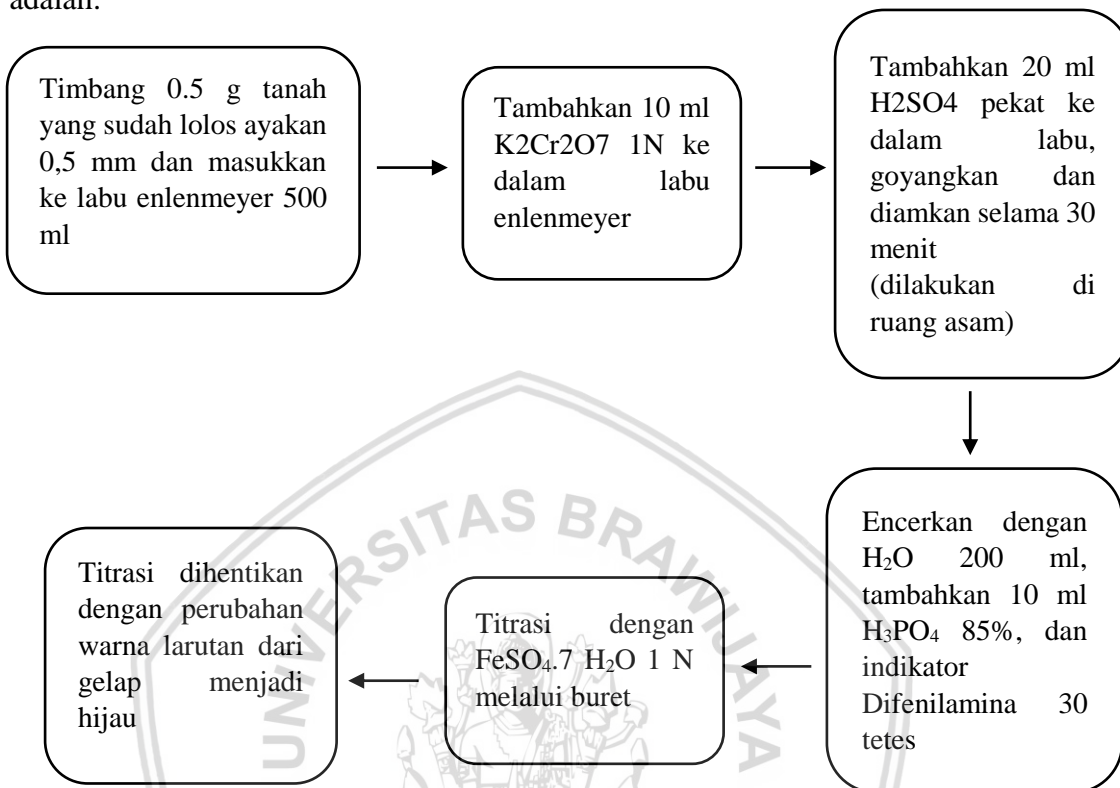
Lampiran 7. Cara Kerja dan Penetapan Reaksi Tanah (pH H₂O)



Sumber: Instruksi kerja laboratorium kimia tanah (2012).

Lampiran 8. Cara Kerja dan Perhitungan C-organik Tanah

Analisis C-organik tanah menggunakan metode Walkey-Black, cara kerjanya adalah:



*sampel blanko (tanpa tanah) dikerjakan dengan cara yang sama.

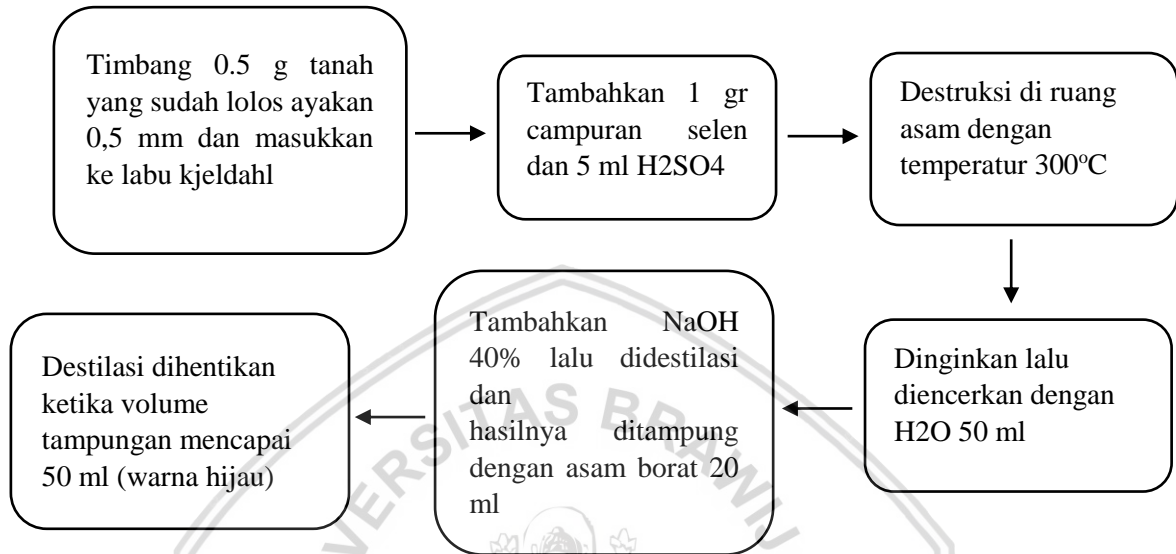
Perhitungan C-organik:

$$\text{C- organik} = \frac{\text{ml blanko} - \text{ml sampel} \times 3 \times FKa}{\text{ml blanko} - \text{berat sampel}}$$

Sumber: Instruksi kerja laboratorium kimia tanah (2012).

Lampiran 9. Cara Kerja Analisis N Total

Analisis kandungan N total dilakukan dengan metode kjeldahl dengan sampel tanah siap analisis (kondisi kering udara lolos ayakan 0,5 mm). Adapun tahapan dalam analisis kandungan N total adalah:



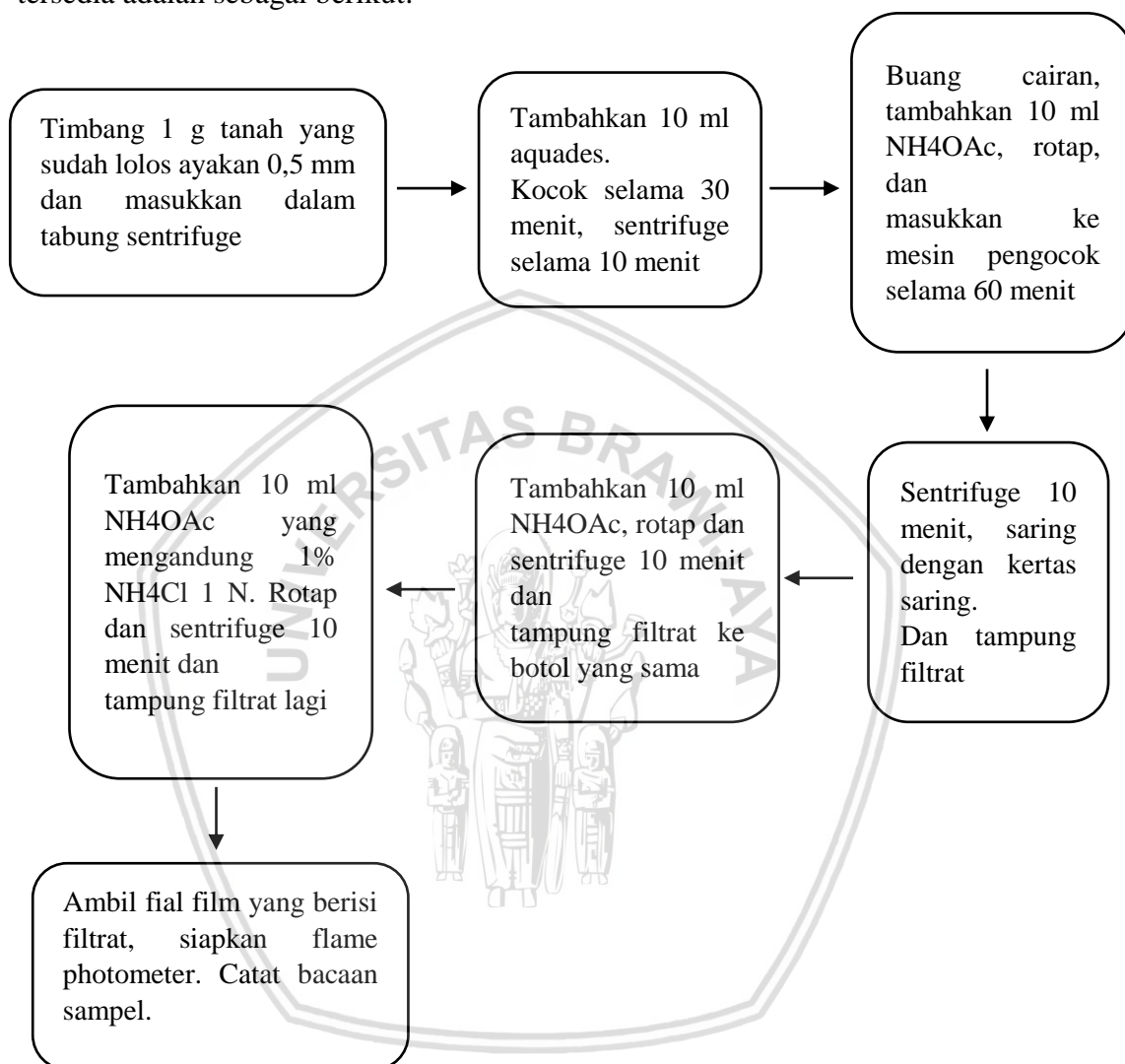
Perhitungan N total:

$$N \text{ total} = \frac{\text{ml sampel} - \text{ml blanko}}{\text{berat sampel}} \times 0,014 \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 100 \times Ka$$

Sumber: Instruksi kerja laboratorium kimia tanah (2012).

Lampiran 10. Cara Kerja Analisis K Tersedia

Analisis kandungan K tersedia dilakukan dengan metode ekstraksi dan pembacaan kandungan K menggunakan Flame photometer. Tahapan analisis K tersedia adalah sebagai berikut:



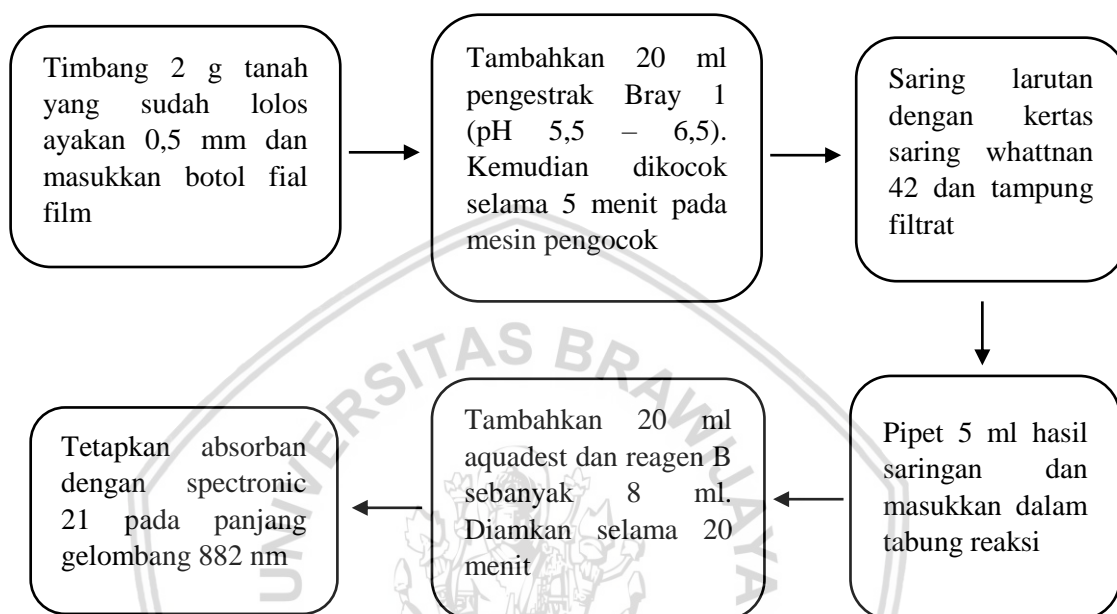
Perhitungan K tersedia:

$$K \text{ (me/100gr)} = \frac{\text{Bacaan sampel} - A}{B} \times \text{Pengenceran} \times FKa$$

Sumber: Instruksi kerja laboratorium kimia tanah (2012).

Lampiran 11. Cara Kerja Analisis P tersedia

Analisis kandungan P tersedia dilakukan dengan tiga (3) metode yang berbeda, yaitu metode Olsen, Bray 1 dan Bray 2. Penentuan pemilihan metode pengukuran P tersedia didasarkan berdasarkan nilai pengukuran pH. Tahapan dalam analisis kandungan P tersedia adalah sebagai berikut:



Perhitungan P tersedia Bray 1 atau Bray 2:

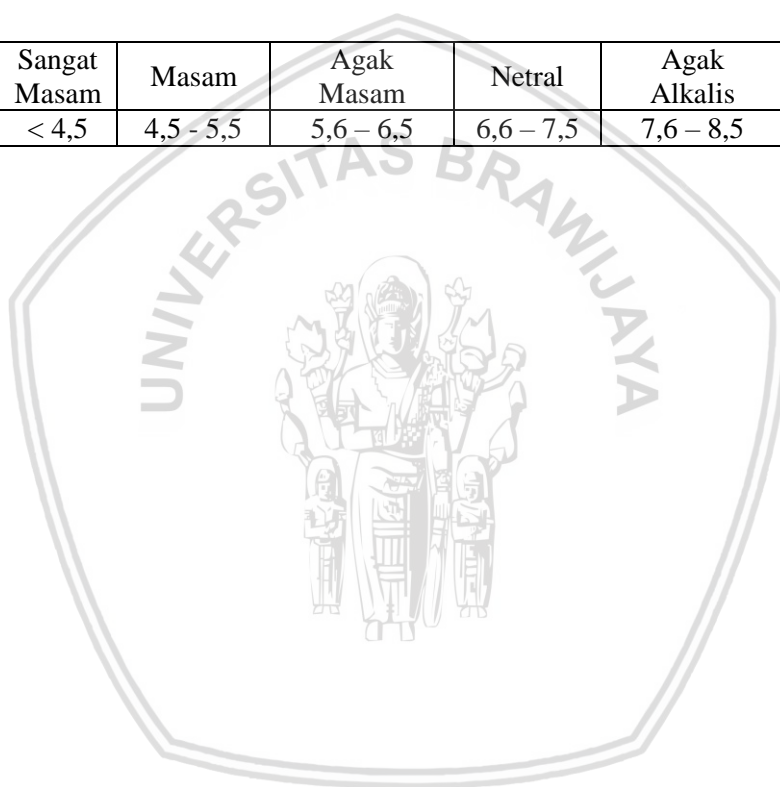
$$P \text{ tersedia (mg/kg)} = \frac{\text{bacaan sampel} - A}{B} \times \text{pengenceran} \times FKa$$

Sumber: Instruksi kerja laboratorium kimia tanah (2012).

Lampiran 12. Kriteria penilaian kesuburan tanah (LPT, 1984)

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N (%)	< 0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	>0,75
P ₂ O ₅ Bray (ppm)	< 10	10-15	16-25	26-35	>35
K (cmol/kg)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1,0
KTK (cmol/kg)	<5	5-16	17-24	25-40	>60
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20-40	41-60	61-80	81-100

pH (H ₂ O)	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
	< 4,5	4,5 - 5,5	5,6 – 6,5	6,6 – 7,5	7,6 – 8,5	>8,5



Lampiran 13. Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan Tebu SPL 1

Persyaratan penggunaan/Karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian Lahan					
	S1	S2	S3	N	Data	Aktual
Temperatur (tc)						
Rata-rata tahunan (⁰ C)	24-30	30-32	32-34	>34	23,6	S2
		22-24	21-22	<21		
Ketersediaan air (wa)						
Curah hujan (mm)	>1600	1100-1600	800-1100	<800	1633,1	S1
Ketersediaan oksigen (oa)						
Drainase	Baik, sedang	Agak terhambat	terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat	Agak terhambat	S2
Media perakaran (rc)						
Tekstur	Halus, agak halus, sedang	Halus, agak halus, sedang	Agak kasar	kasar	Liat berdebu (halus)	S1
Kedalaman tanah (cm)	>75	>75	50-75	<50	200 cm	S1
Retensi hara(nr)						
CTK tanah (cmol)	> 16	5-16	<5	-	35,87	S1
Kejenuhan basa (%)	>50	35-50	<35		35,17	S2
pH H ₂ O	5,5-7,5	5,0-5,5 7,5-8,0	<5,0 >8,0		5,8	S1
C-organik (%)	>0,8	≤0,8			1,48	S1
Hara tersedia (na)						
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah		0,11 (rendah)	S2
P ₂ O ₅ (ppm)	Tinggi	Sedang	Rendah-sangat rendah	-	8,40 (sangat rendah)	S3
K ₂ O (cmol/kg)	tinggi	sedang	Rendah-sangat rendah	-	0,59 (sedang)	S2
Bahaya Erosi (eh)						
Lereng (%)	<3	3-8	8-15	>15	1%	S1
Bahaya erosi		Sangat ringan	Ringan - sedang	Berat-sangat berat	Sangat ringan	S2
Penyiapan lahan (p)						
Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40	0	-
Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25	0	-
Kelas Kesesuaian Lahan						S3na4

Lampiran 14. Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan Tebu SPL 2

Persyaratan penggunaan/Karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian Lahan					
	S1	S2	S3	N	Data	Aktual
Temperatur (tc)						
Rata-rata tahunan (°C)	24-30	30-32	32-34	>34	23,6	S2
		22-24	21-22	<21		
Ketersediaan air (wa)						
Curah hujan (mm)	>1600	1100-1600	800-1100	<800	1633,1	S1
Ketersediaan oksigen (oa)						
Drainase	Baik, sedang	Agak terhambat	terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat	sedang	S1
Media perakaran (rc)						
Tekstur	Halus, agak halus, sedang	Halus, agak halus, sedang	Agak kasar	kasar	Lempung liat berdebu (agak halus)	S1
Kedalaman tanah (cm)	>75	>75	50-75	<50	150	S1
Retensi hara(nr)						
CTK tanah (cmol)	> 16	5-16	<5	-	23,09	S1
Kejenuhan basa (%)	>50	35-50	<35		48,534	S2
pH H2O	5,5-7,5	5,0-5,5 7,5-8,0	<5,0 >8,0		5.45	S2
C-organik (%)	>0,8	≤0,8			1,5	S1
Hara tersedia (na)						
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah		0,12 (rendah)	S2
P2O5 (ppm)	Tinggi	Sedang	Rendah-sangat rendah	-	3,14 (sangat rendah)	S3
K2O (cmol/kg)	tinggi	sedang	Rendah-sangat rendah	-	0,65 (tinggi)	S1
Bahaya Erosi (eh)						
Lereng (%)	<3	3-8	8-15	>15	5%	S2
Bahaya erosi		Sangat ringan	Ringan - sedang	Berat-sangat berat	Sangat ringan	S2
Penyiapan lahan (p)						
Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40	0	-
Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25	0	-
Kelas Kesesuaian Lahan						S3na4

Lampiran 15. Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan Tebu SPL 3

Persyaratan penggunaan/Karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian Lahan					
	S1	S2	S3	N	Data	Aktual
Temperatur (tc)						
Rata-rata tahunan (⁰ C)	24-30	30-32	32-34	>34	23,6	S2
		22-24	21-22	<21		
Ketersediaan air (wa)						
Curah hujan (mm)	>1600	1100-1600	800-1100	<800	1633,1	S1
Ketersediaan oksigen (oa)						
Drainase	Baik, sedang	Agak terhambat	terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat	Agak terhambat	S2
Media perakaran (rc)						
Tekstur	Halus, agak halus, sedang	Halus, agak halus, sedang	Agak kasar	kasar	Liat berdebu (halus)	S1
Kedalaman tanah (cm)	>75	>75	50-75	<50	170	S1
Retensi hara(nr)						
КТK tanah (cmol)	> 16	5-16	<5	-	43,68	S1
Kejenuhan basa (%)	>50	35-50	<35		38,80	S2
pH H2O	5,5-7,5	5,0-5,5 7,5-8,0	<5,0 >8,0		5.92	S1
C-organik (%)	>0,8	≤0,8			2,8	S1
Hara tersedia (na)						
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah		0,21 (sedang)	S1
P2O5 (ppm)	Tinggi	Sedang	Rendah-sangat rendah	-	7,83 (sangat rendah)	S3
K2O (cmol/kg)	tinggi	sedang	Rendah-sangat rendah	-	0,51 (sedang)	S2
Bahaya Erosi (eh)						
Lereng (%)	<3	3-8	8-15	>15	3%	S2
Bahaya erosi		Sangat ringan	Ringan - sedang	Berat-sangat berat	Sangat ringan	S2
Penyiapan lahan (p)						
Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40	0	-
Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25	0	-
Kelas Kesesuaian Lahan						S3na4

Lampiran 16. Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan Tebu SPL 4

Persyaratan penggunaan/Karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian Lahan					
	S1	S2	S3	N	Data	Aktua l
Temperatur (tc)						
Rata-rata tahunan (⁰ C)	24-30	30-32	32-34	>34	23,6	S2
		22-24	21-22	<21		
Ketersediaan air (wa)						
Curah hujan (mm)	>1600	1100- 1600	800-1100	<800	1633,1	S1
Ketersediaan oksigen (oa)						
Drainase	Baik, sedang	Agak terhamb at	terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat	Agak terhambat	S2
Media perakaran (rc)						
Tekstur	Halus, agak halus, sedang	Halus, agak halus, sedang	Agak kasar	kasar	Liat berdebu (halus)	S1
Kedalaman tanah (cm)	>75	>75	50-75	<50	110	S1
Retensi hara(nr)						
KTK tanah (cmol)	> 16	5-16	<5	-	38,198	S1
Kejenuhan basa (%)	>50	35-50	<35		28,382	S3
pH H2O	5,5-7,5	5,0-5,5 7,5-8,0	<5,0 >8,0		5.2	S2
C-organik (%)	>0,8	≤0,8			1,6	S1
Hara tersedia (na)						
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah		0,1084 (rendah)	S2
P2O5 (ppm)	Tinggi	Sedang	Rendah- sangat rendah	-	1,57 (sangat rendah)	S3
K2O (cmol/kg)	tinggi	sedang	Rendah- sangat rendah	-	0,19 (rendah)	S3
Bahaya Erosi (eh)						
Lereng (%)	<3	3-8	8-15	>15	3%	S2
Bahaya erosi		Sangat ringan	Ringan - sedang	Berat- sangat berat	Sangat ringan	S2
Penyiapan lahan (p)						
Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40	0	-
Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25	0	-
Kelas Kesesuaian Lahan						S3nr, na4, na6

Lampiran 17. Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan Tebu SPL 5

Persyaratan penggunaan/Karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian Lahan					
	S1	S2	S3	N	Data	Aktual
Temperatur (tc)						
Rata-rata tahunan (^o C)	24-30	30-32	32-34	>34	23,6	S2
		22-24	21-22	<21		
Ketersediaan air (wa)						
Curah hujan (mm)	>1600	1100-1600	800-1100	<800	1633,1	S1
Ketersediaan oksigen (oa)						
Drainase	Baik, sedang	Agak terhambat	terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat	agak terhambat	S2
Media perakaran (rc)						
Tekstur	Halus, agak halus, sedang	Halus, agak halus, sedang	Agak kasar	kasar	Liat (halus)	S1
Kedalaman tanah (cm)	>75	>75	50-75	<50	150 cm	S1
Retensi hara(nr)						
КТK tanah (cmol)	> 16	5-16	<5	-	34,46	S1
Kejenuhan basa (%)	>50	35-50	<35		48,339	S2
pH H2O	5,5-7,5	5,0-5,5 7,5-8,0	<5,0 >8,0		6,104	S1
C-organik (%)	>0,8	≤0,8			1,52	S1
Hara tersedia (na)						
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah		0,09 (sangat rendah)	S3
P2O5 (ppm)	Tinggi	Sedang	Rendah-sangat rendah	-	3,13 (sangat rendah)	S3
K2O (cmol/kg)	tinggi	sedang	Rendah-sangat rendah	-	0,15 (rendah)	S3
Bahaya Erosi (eh)						
Lereng (%)	<3	3-8	8-15	>15	1%	S1
Bahaya erosi		Sangat ringan	Ringan - sedang	Berat-sangat berat	Sangat ringan	S2
Penyiapan lahan (p)						
-						
Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40	0	-
Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25	0	-
Kelas Kesesuaian Lahan						S3na1, na4,na6

Lampiran 18. Dokumentasi



a. pH meter



b. Pengukuran pH



c. Titrasi C-organik melalui buret



d. Sampel untuk analisis C-organik yang ditetesi difenilamina



e. Kegiatan titrasi untuk analisis N total



f. Alat destilasi



g. Flamephotometer
untuk menetapkan nilai K dan Na



h. Untuk sentrifuge sampel
tanah



i. Filtrat yang disaring dengan
kertas whattman 42



j. Kondisi fisik SPL 1 (Tebu)



k. Kondisi fisik SPL 2 (Rami)



l. Kondisi fisik SPL 3 (Jati)

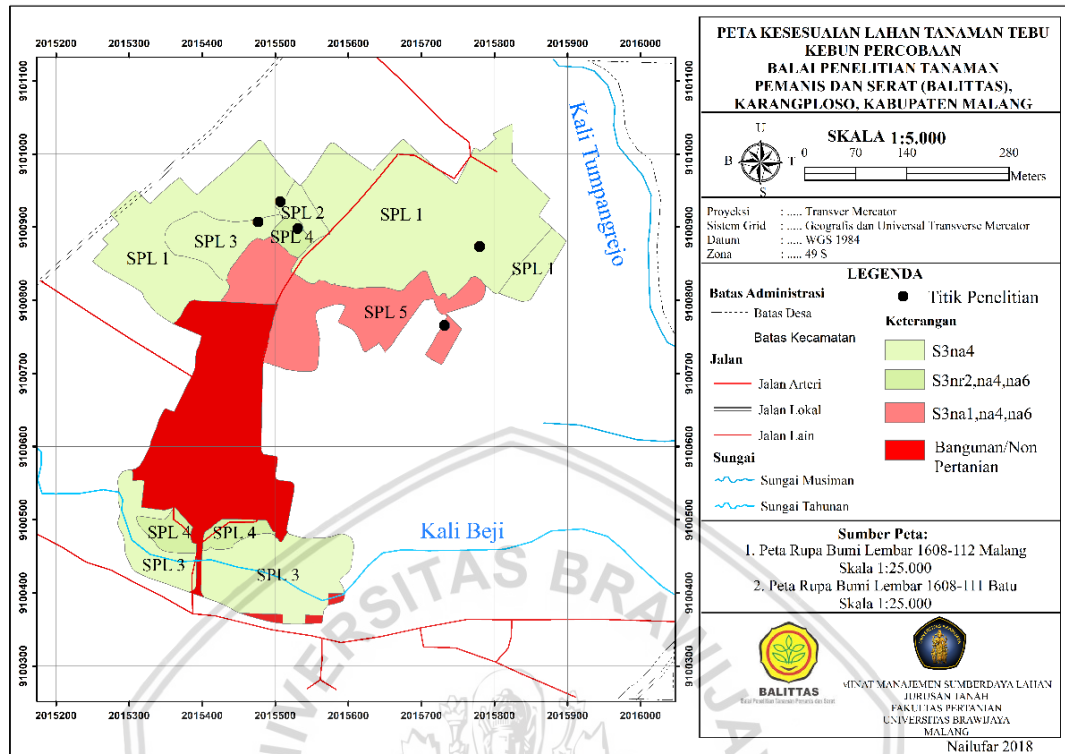


m. Kondisi fisik SPL 4 (Agave)

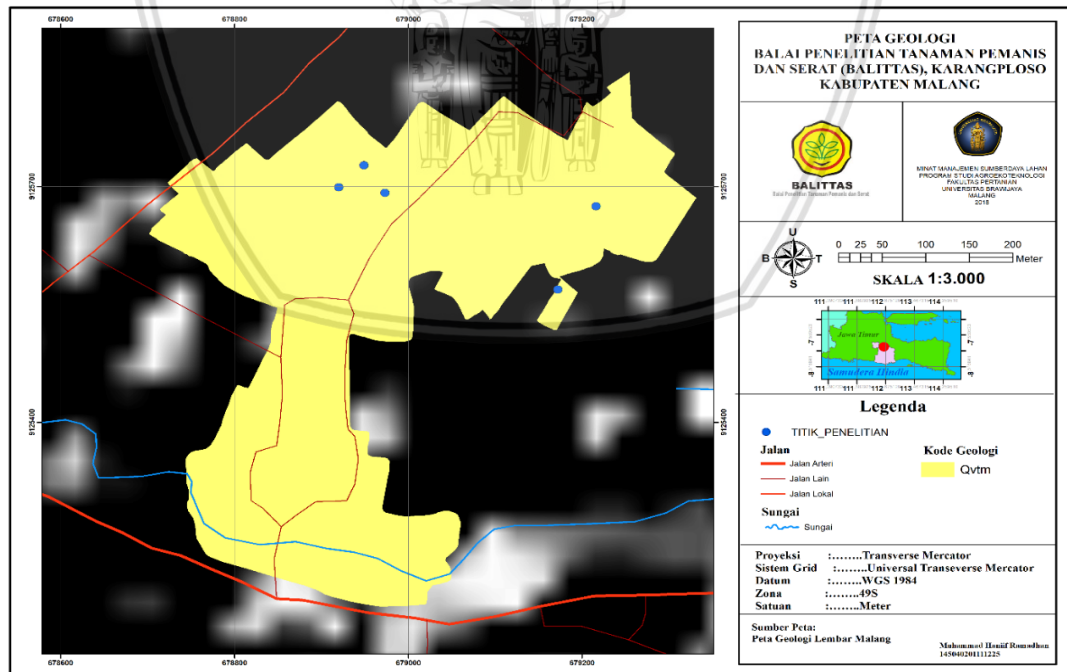


n. Kondisi fisik SPL 5 (Sawah)

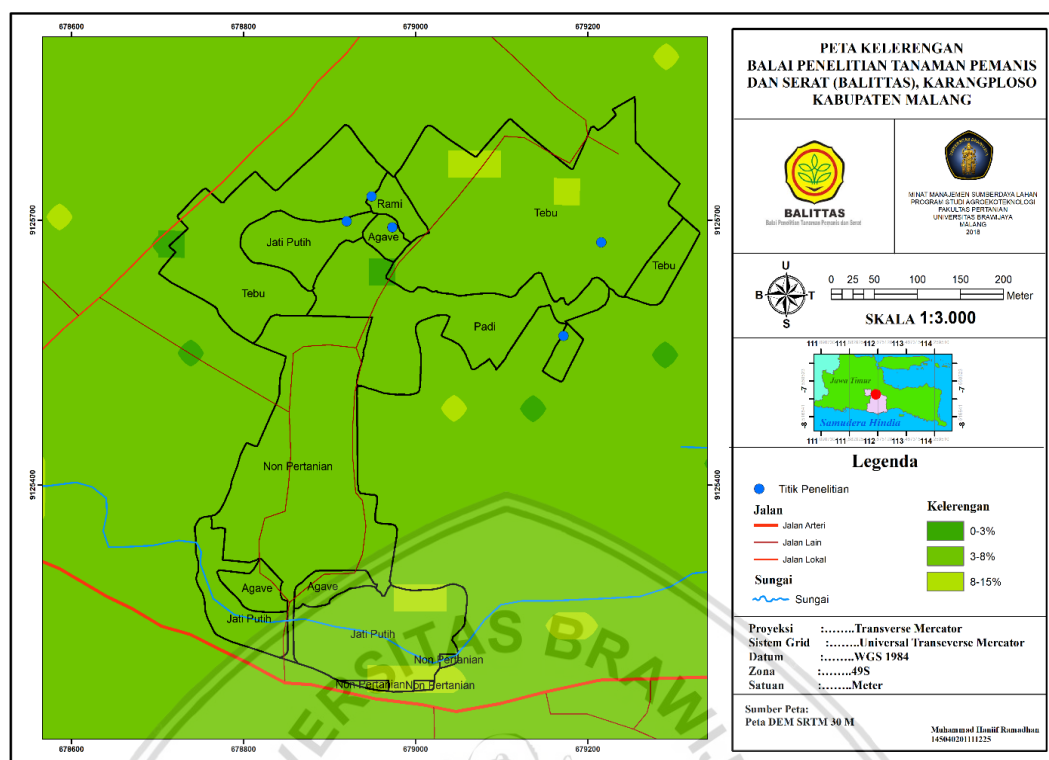
Lampiran 19. Peta Penelitian di Kebun Percobaan Balittas



a. Peta Kesesuaian Lahan Tanaman tebu di Kebun Percobaan Balittas



b. Peta Geologi Lokasi Penelitian di BALITTAS (pembuat peta: Ramadhan, 2018)



c. Peta Kelerengan Lokasi Penelitian di BALITTAS (pembuat peta: Ramadhan, 2018).